



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

ROLE ČERNÉHO UHLÍ V PODMÍNKÁCH ENERGETIKY ČR

BLACK COAL POSITION IN THE CZECH ENERGY SECTOR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VOJTĚCH KOLARČÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ POSPÍŠIL, Ph.D.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2010/11

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Vojtěch Kolarčík

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Role černého uhlí v podmínkách energetiky ČR

v anglickém jazyce:

Black coal position in the Czech energy sector

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce je zaměřena na problematiku energetického využívání černého uhlí v podmínkách ČR. Dále je pozornost věnována zhodnocení výhledů dalšího užívání černého uhlí a perspektivním možnostem jeho náhrady.

Cíle bakalářské práce:

1. Zhodnotit současné zásoby a užívání černého uhlí v ČR.
2. Uvést energetické zdroje využívající ČU a popsat možnosti náhrady jiným palivem.
3. Podrobně uvést parametry energetického zdroje Dětmárovice.
4. Popisně uvést výhled užití černého uhlí v podmínkách ČR.

Seznam odborné literatury:

Mezinárodní energetická ročenka 2009

Zbyněk Ibler a kol., Technický průvodce energetika, BEN, 2002

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/11.

V Brně, dne 15.11.2010

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu



prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

Abstrakt

Tato bakalářská práce popisuje úlohu uhlí (především černého) na energetiku České republiky. Věnuje se současnému stavu zásob ve světě i u nás. Dále hodnotí nynější stav energetiky. Podrobně rozebírá elektrárnu Dětmarovice. Hledá možnosti užívání uhlí v budoucnu nejen v energetickém sektoru.

Abstract

This bachelor's thesis describes role of coal (especially the black) on the energy industry of Czech Republic. It attends to present sort of reserves in the World and by us. Next it evaluates actual sort of energy industry. Closely analyses the power station Dětmarovice. It looks for possibilities enjoyment of coal in the future not only in the energy sector.

Klíčová slova

Černé uhlí, Dětmarovice, energetika, zásoby uhlí, elektrárna

Keywords

Black coal, Dětmarovice, energy industry, reserves of coal, power station

Bibliografická citace

KOLARČÍK, V. Role černého uhlí v podmínkách energetiky ČR. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 47 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma:

Role černého uhlí v podmínkách energetiky ČR

Vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Brně 2011

Vojtěch Kolarčík

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Pospíšilovi za cenné rady a připomínky.

OBSAH

1. Úvod do problematiky	11
2. Historie	13
2.1. Vznik uhlí	13
2.2. Těžba a užívání uhlí na území České republiky	13
3. Současný stav zásob	15
3.1. Světové zásoby	15
3.1.1. USA	17
3.1.2. Rusko	18
3.1.3. ČLR	18
3.1.4. Austrálie	20
3.1.5. Indie	20
3.1.6. JAR	20
3.1.7. EU	21
3.1.8. Ostatní státy	21
3.2. Zásoby v České republice	22
4. Vlastnosti uhlí	23
5. Energetika uhlí	25
5.1. Jaderná energie	27
5.2. Energie v ČR z pohledu trhu	28
5.3. Princip uhelné elektrárny	29
5.4. Elektrárny ČR	31
5.5. Elektrárna Dětmarovice	33
6. Užití uhlí	35
6.1. Současnost	35
6.2. Alternativní využití uhlí	35
6.2.1. Výroba elektřiny	36
6.2.2. Syntetický benzín	37
6.2.3. Zplyňování uhlí	39
6.2.4. Materiály budoucnosti	40
7. Další způsoby výroby elektrické a tepelné energie	41
7.1. Kogenerace	41
7.2. Spalovny odpadu	41
7.3. Biopaliva	41
7.4. Energie z obnovitelných zdrojů	42
8. Závěr	43
9. Seznam použitých zdrojů	45
10. Seznam obrázků a tabulek	47

1. Úvod do problematiky

V současné situaci, v níž se svět nachází, je správné využívání energetických zdrojů, jež nám poskytuje naše planeta, velice důležité. Krize v hospodářském sektoru zásadně ovlivnila nejen mnoho firem po celém světě, ale také energetický sektor. Čímž vyvstaly v ještě větší míře problémy. A to vysoká spotřeba energie a na ní navazujících primárních energetických zdrojů a jejich následný nedostatek v dohledné budoucnosti. Vliv na to měl i rozvoj lidské společnosti. Především skokový rozvoj zemí, které v minulosti stály mimo centrum světového dění a nyní se stávají významnými hráči na světové scéně. U těch států je patrný ohromný hospodářský růst a následná zvyšující se poptávka po energiích. Primární energetické zdroje nejsou nekonečné, ba naopak jejich životnost se v poslední době jeví jako značně krátká.



Obr. 1. Uhlí [15]

Ačkoliv se vyspělé státy snaží tuto situaci napravovat, hledáním a zkoumáním alternativních zdrojů energie, ne vždy je dosaženo tíženého výsledku. Ale na druhou stranu do provozu je zaváděno několik možných budoucích náhrad neobnovitelných energetických zdrojů.

Hnědé a černé uhlí dohromady tvoří neoddělitelnou součást světové ekonomiky a je páteří energetického sektoru. Přestože technologie zpracování uhlí a jeho přeměny v energii je, v porovnání s jinými v současnosti užívanými zdroji energie, relativně stará, v dohledné budoucnosti bude i nadále vůdčím a zřejmě nezastupitelným elementem na poli světové energetiky.

Těžba a zpracování uhlí v ČR a v minulosti v zemích, jež se rozkládaly na území současné České republiky, má velkou tradici. Především těžba černého uhlí. Z tohoto důvodu je zde patrný ohromný vliv na celé hospodářství, odvětví energetiky nevyjímaje. V porovnání se světovým průměrem je dokonce ještě vyšší.

Důležitým faktorem ovlivňujícím samotné získání uhlí z hlubin Země a jeho následné zpracování je ekologie. Evropské státy zpřísňují normy týkající se emisí skleníkových plynů. Česká republika se k této snaze připojuje. V současnosti je oproti minulosti, kdy probíhala těžba a přeměna uhlí v energii bez zábran a závazků vůči současným i budoucím generacím, patrný značný krok kupředu.

Typy uhlí:

Tento velmi důležitý hořlavý nerost vznikl na Zemi před mnoha miliony let. Těla pravěkých rostlin, přesliček, kapradin či plavuní, klesla po odumření pod hladinu bažin. Pod tlakem nánosů bahna rostliny zuhelnatěly, až vytvořili černý kámen. Čím déle tento proces trval, tím kvalitnější uhlí vznikalo.

Černé uhlí. Má nižší podíl uhlíku než antracit (80 – 90 %) a vysokou výhřevnost (18 – 30 MJ/kg). Proto je vhodné k výrobě koksu používaného ve vysokých pecích k produkci surového železa. Dá se jím i zatopit. Těží se hluboko pod zemí v hlubinných dolech. Je to nejkvalitnější uhlí.

Hnědé uhlí. Je mladším bratrem černého uhlí. Nejlépe se hodí od kamen či kotlů elektráren k výrobě elektřiny a tepla. Jeho výhřevnost je mezi 15 – 20 MJ/kg a i podíl uhlíku klesl na 50 – 80 %. Dobývá se v povrchových dolech.

Dřevěné uhlí. Karbonizované dřevo se užívalo ještě před těžbou kamenného uhlí. Dnes se používá do grilů a kamen nebo slouží k výrobě střelného prachu do historických zbraní.

2. Historie

2.1. Vznik uhlí

Počátky černého uhlí se datují do dávné minulosti. Jeho vznik se odhaduje na období prvohor v éře nazvané devon. Nejdůležitější období však je karbon. V této době začal dlouhý proces, který vydal na svět nejvyšší uhlí a také jeho největší zásoby. Posunem po časové ose k současnosti i nadále vznikaly a vznikají zásoby uhlí, ale jeho vlastnosti již nejsou tak dobré, jako u toho co vzniklo v karbonu. Důležitým obdobím bylo ještě období třetihor, které dalo vzniknout značnému množství černého uhlí, ale především ohromným zásobám hnědého uhlí.

Uhlí je ve své podstatě obřím akumulátorem zářivé i tepelné sluneční energie, kterou ve své dlouhodobé geologické historii přijímala naše planeta Země. Část této energie se ve formě fosilních paliv (kaustobolitů) uchovala do dnešní doby. Ekonomicky a technologicky nejvýznamnějšími fosilními palivy jsou uhlí, ropa a zemní plyn. Prokazatelný je jejich organický původ. Uhlí vzniklo převážně z rostlinných zbytků, nahromaděných v oblastech mírného pásma ve vodních tocích, jezerech, v mořských zálivech a lagunách. Zde postupným zaplňováním vznikaly bažiny, které v některých geologických obdobích pokrývala další vegetace. [1, str. 5]

Obdobně docházelo k tvorbě uhlí na území České republiky, především v oblasti dnešní hornoslezské pánve. V době před 320 miliony let se toto území nacházelo na rovníku a rostly zde obří kaprad'orosty. Ty postupem času začaly ustupovat tvořícím se bažinám. Postupem času se vytvořilo odumíráním kapradin, přesliček a plavuní několik set uhelných slojí, avšak pro důlní těžbu je vhodných něco přes 80, z důvodu finanční návratnosti.

2.2. Těžba a užívání uhlí na území České republiky

Existují záznamy o tom, že člověk používal uhlí na území Ostravska již v období pravěku, kdy na tomto místě nacházela ve své době civilizace, která dle historických nálezů předbehla v pokroku ostatní o tisíce let.

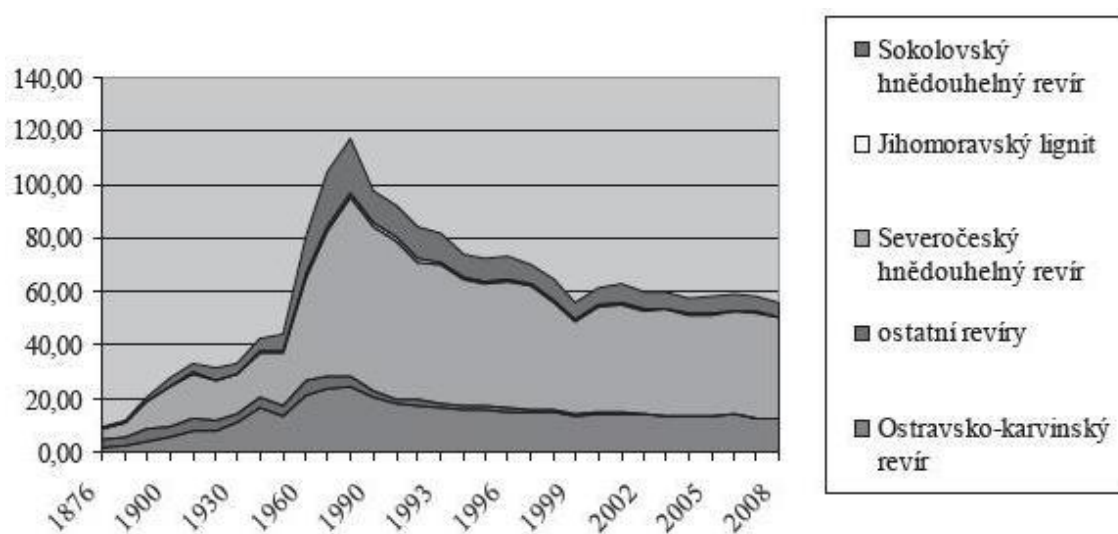
Avšak cílená těžba a využívání této suroviny nastala až mnohem blíže k současnosti a to v době průmyslové revoluce. V 19. století se začalo uhlí těžit ve značném množství a bylo dopravováno do nově vzniklých železáren. Nastal rozvoj regionu, který změnil krajinu ze zemědělské na silně průmyslovou. Později vlivem zvýšené těžby se začalo stále častěji o Ostravsku mluvit jako o regionu s tzv. měsíční krajinou.

Během první světové války došlo k prudkému nárůstu těžby. V období první republiky kopírovala produkce situaci v ostatních odvětvích, tedy počáteční růst byl nahrazen propadem během světové krize.

Průmysl, včetně uhelného, se nastartoval opět až vlivem blížící se druhé světové války. Během tohoto období byly zdejší doly převedeny do vlastnictví závodu Herman Göring Werke.

Po válce došlo k znárodnění všech dolů v republice a nastal postupný stav zvyšování limitu těžby a honby za takzvanými rekordy.

Po sametové revoluci byl roku 1991 vládou nařízen tzv. útlumový program. Nastal prudký propad v těžbě, který se ustálil až na přelomu tisíciletí. Tímto krokem se prodloužili zásoby uhlí několikanásobně.

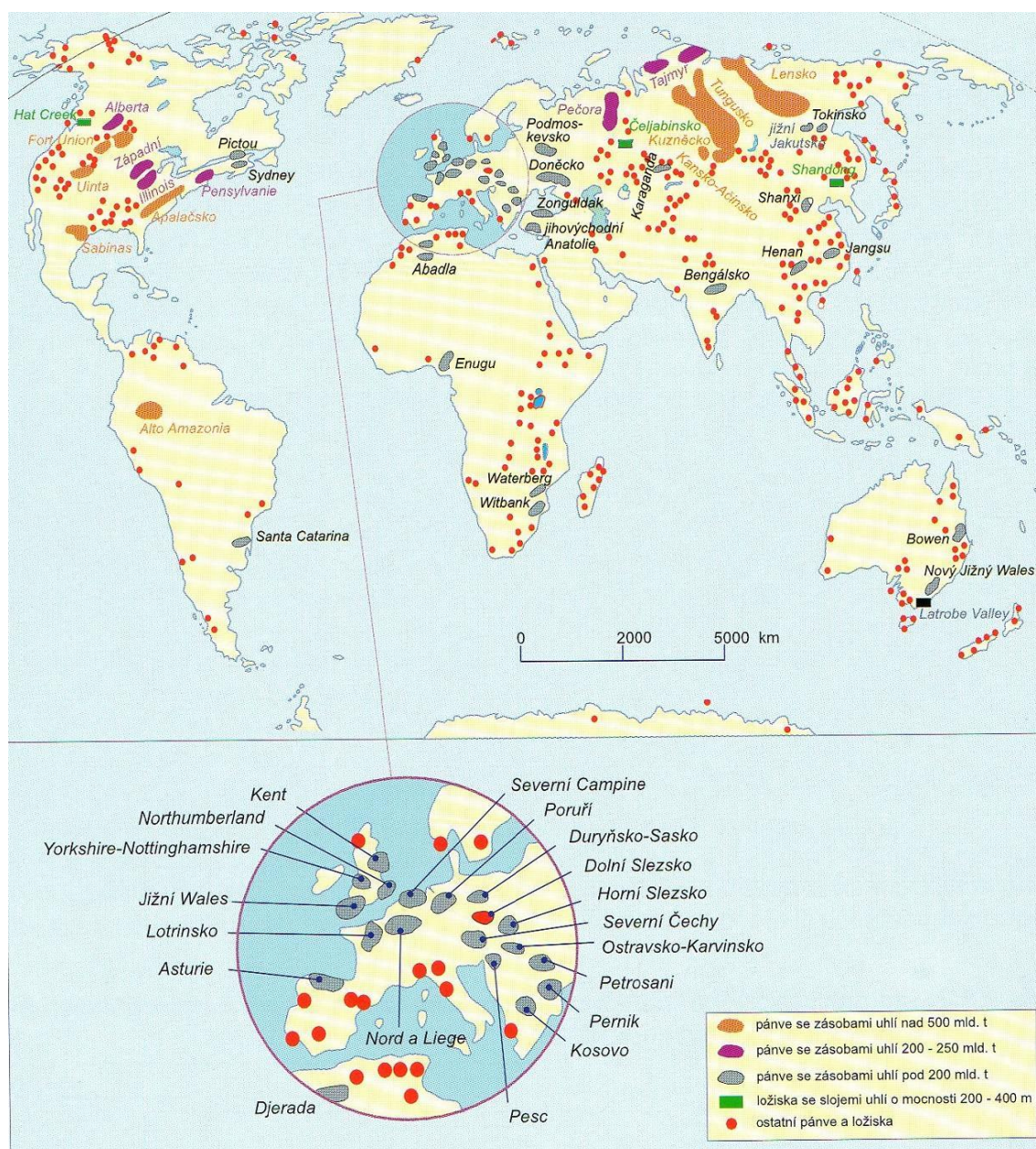


Obr. 2. Vývoj těžby uhlí v ČR v mil. t. [2, str. 137]

3. Současný stav zásob

3.1. Světové zásoby

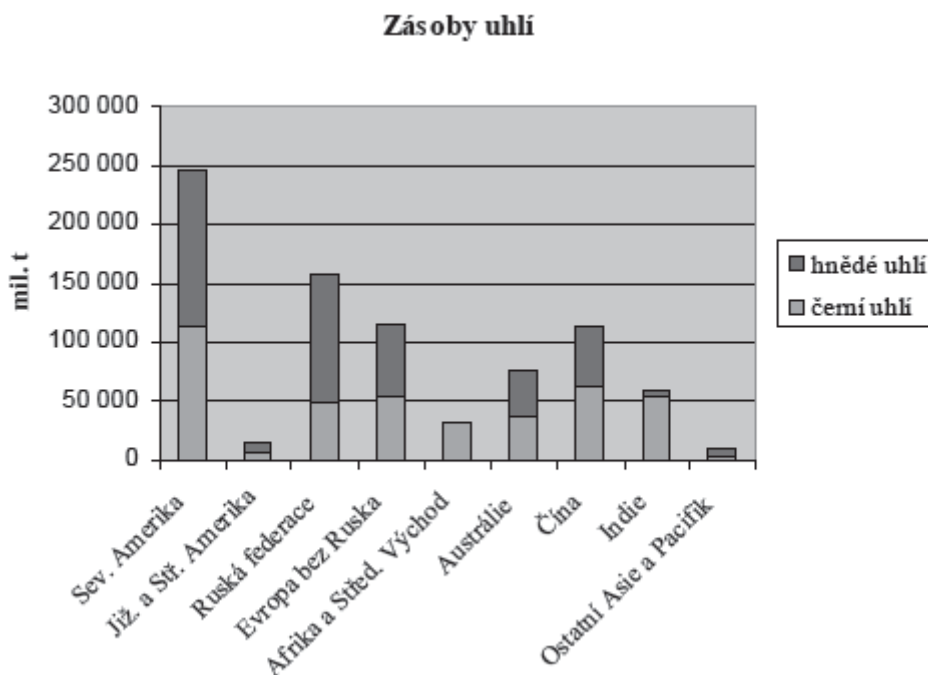
Obecně jsou největší zásoby uhlí v oblastech mírného pásma. Konkrétněji na především na kontinentech Evropa, Asie a Severní Amerika. Tyto tři světadíly tvořili kdysi dávno jeden prakontinent zvaný Laurasie. Naproti tomu existoval kontinent Gondwana, který do sebe sdružoval dnešní Afriku, Austrálii, Antarktidu, Indický poloostrov a Jižní Ameriku, a co se týče pozdější tvorby uhlí, byl poněkud chudší. Před 260 miliony let se jednotlivé části těchto kontinentů začaly od sebe vzdalovat. Až se dostaly do současné podoby.



Obr. 3. Ložiska uhlí ve světě [1, str. 30]

Tvorba ložisek černého uhlí byla složitým procesem ovlivněným geologickými podmínkami, výchozím rostlinným materiálem, klimatickými podmínkami (teplotou, vlhkostí) a atmosférickými podmínkami (obsahem CO₂), rozvojem mikroorganismů (ve vodě, ovzduší, minerálních složkách), chemickými a geochemickými činiteli. Všechny tyto činitele a procesy měly společný vliv na vznik ložisek uhlí. Postupná přeměna rašeliny na hnědé a následně černé uhlí je označována jako prouhelnění. Obecně platí, že k vytvoření vrstvy rašeliny o mocnosti 1 metr je zapotřebí 400 let. V následném procesu prouhelnění je pro vznik uhlí o mocnosti 1 metr zapotřebí 1200 let. Utváření konečné formy uhlí je tudíž dlouhodobým procesem. [1, str. 29]

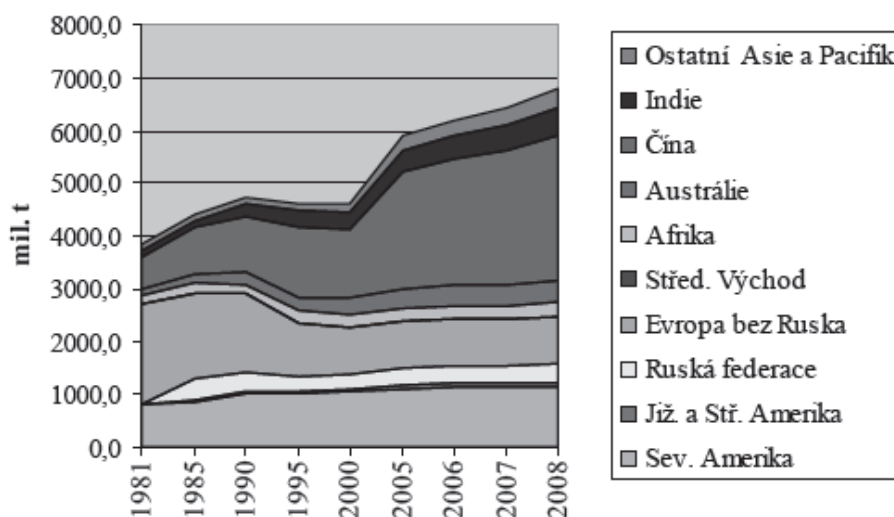
Uhlí je ve světě rozložené vcelku rovnoměrně, na rozdíl od ropy a zemního plynu se zdá být jeho rozložení mnohem ideálnější. Jeho zásoby jsou trvalejšího charakteru. Tudíž výhledově je ekonomicky více stabilní. Očekává se, že ropné zásoby dojdou okolo roku 2050, zemní plyn je na tom o něco lépe, ale i přesto je jeho „životnost“ při současné spotřebě odhadována na 80 let. Oproti tomu zásoby uhlí by dle posledních zjištění mohli vydržet okolo 200 let. Odhadnout přesněji životnost uhlí, ať už černého nebo hnědé, je značně komplikované. Neustále probíhají průzkumy a dochází k posouvání hranice životnosti, oběma směry. Častěji však bohužel směrem dolů. Například v roce 1996 se odhadoval poměr zásob ke spotřebě v Jihoafrické republice na 265 let, tedy do roku 2261. Nyní poslední průzkumy naznačují, že to byla velice optimistická hodnota. Využitelné zásoby jsou zřejmě mnohem menší, než se očekávalo. Produkce uhlí by mohla brzy dosáhnout svého vrcholu, nebo ho již dosáhla, a poté by měl následovat prudký pokles těžby. Avšak tento stát je spíše výjimkou. V předních světových velmocích probíhá těžba úměrně spotřebě, a proto se jejich zásoby výrazně neztenčují a přesahují po většinou životnost dvou set let.



Obr. 4. Zásoby uhlí [2, str. 116]

Jinak je tomu v Čínské lidové republice, kde je hospodářství založeno na energii získané z tohoto fosilního paliva. V důsledku tohoto faktu se obrovské množství uhlí, kterým ČLR disponuje, značně zmenšuje každým rokem.

Vývoj těžby uhlí



Obr. 5. Vývoj těžby [2, str. 117]

Mezi největší státy s exportem uhlí patří Austrálie, USA a v neposlední řadě Čína. V 90. letech minulého století k nim nově přibyli Indonésie a Kolumbie. Naopak z této společnosti zřejmě brzy pomalu vypadne JAR, z výše zmíněných důvodů. Největšími dovozci jsou asijské státy z okolí Východočínského moře a to: Japonsko, Jižní Korea a Tchaj-wan. Států s největšími zásobami uhlí je 6. Jsou to vůdčí státy v tohoto odvětví a jejich společný podíl na množství uhlí ve světě činí téměř 80%. Jedná se o země bývalého Sovětského svazu (především o Rusko), USA, Čínská lidová republika, Austrálie, Indie a Jihoafrická republika.

3.1.1. USA

Dle údajů z roku 2008 disponují Spojené státy americké množstvím uhlí odpovídající 28,9% z celkových světových zásob. Což převedeno na hodnotu v milionech tun činilo téměř 240 000 (z toho 109 000 zaujímal černé uhlí). Odhaduje se, že tyto zásoby mají životnost 224. let. Uhlí leží pod nízkými vrstvami povrchu, což umožňuje lomovou těžbu. Z toho dané nízké náklady na těžbu, spolu s vysokou těžbou (okolo 1000 Mt) a výhodné přepravy jsou příčiny velmi dobrého postavení uhlí z USA ve světové ekonomické sféře. USA patří mezi největší exportéry, ale z dlouhodobého hlediska je patrný pokles. Výroba elektřiny v této zemi je dle některých zdrojů až z 90% závislá na uhlí.

Úhelná ložiska zaujímají více než desetinu plochy povrchu USA. Největší je apačská pánev na východě země o rozloze 175 000 km², která obsahuje asi 25 dobytelných slojí o mocnosti 1 až 5 m, s popelnatostí 3 až 7 % a obsahem síry pod 1%. Významná je východní pánev s 10 těžitelnými slojemi o mocnosti až 8 m, ale i pánev michiganská (30 000 km²), západní (167 000 km²) a jihozápadní (20 000 km²). [1, str. 32]

3.1.2. Rusko

Zásoby uhlí se v Ruské federaci oproti minulosti zásadně ztenčily, ani ne tak vlivem vysoké produkce, ale spíše zjištěním nerentabilnosti mnoha ložisek. I přesto je Rusko na druhém místě, co se týče zásob. Jeho podíl na celosvětových zásobách činí, dle hodnot z roku 2008, 19%. Což znamená 157 000 milionů tun uhlí, z toho 49 000 milionů tun tvoří uhlí černé. Vzhledem k relativně nízké těžbě a spotřebě se odhaduje životnost těchto zásob na téměř půl tisíciletí, přesněji 481 let. Vzhledem k poloze uhelných pánví ve vnitrozemí, není těžba tak výhodná a je i dražší v porovnání s USA.

Ekonomicky nejperspektivnější jsou dvě pánve. Doněcká pánev, která leží na hranicích s Ukrajinou. Těžba zde zaujímá jednu třetinu z celkové ruské produkce. Uhlí zde je velice kvalitní. S touto oblastí je spjat příběh legendárního horníka Sovětské svazu Alexeje Grigorjeviče Stachanova, jež roku 1935 vytěžil za 5 hodin 102 tun uhlí, čímž 14 překonal těžební plán a stal se tak hrdinou SSSR. Druhou pánví je pánev kuzněcká, která se nachází jižně od Novosibirsku. Největší však je kamsko-ačinská pánev umístěná mezi Novosibirskem a jezerem Bajkal, zdejší produkce je používána především v energetice.

3.1.3. ČLR

Čínská lidová republika disponuje zásobami uhlí o 115 000 mil. tun, z toho 62 000 mil. tun tvoří uhlí černé spolu s antracitem, její podíl na světových zásobách tedy činí 13,9%. Avšak toto jsou ověřené zásoby, odhaduje se, že celkových geologických zásob by mohlo být až 4 triliony tun. Což by značně ovlivnilo situaci ohledně uhlí v celém světě. Čína by se stala zemí s největšími zásobami, mohla by ještě více zvýšit domácí produkci a napumpovat značné množství peněz do dalších odvětví. Výrazně by tím mohla ovlivnit situaci na světové scéně a možná se i stát nejmocnější zemí světa. Ale to jsou zatím pouze dohady. Bylo by potřeba udělat velké množství nákladných průzkumů a toho se nárazově ze dne na den zřejmě nedočkáme. Spíše se dá očekávat postupné prozkoumávání jednotlivých oblastí země a potvrzování nebo naopak vyvracení předpokládaných zásob. Navíc i mnoho současných dolů se potýká s problémy, jako je například zakrytí vrstev s uhlím zvodněnými sedimenty o mocnosti až několik set metrů, což značně znesnadňuje samotnou těžbu. Připočteme – li k tomu i to, že v ještě relativně nedávné minulosti neměla Čína k dispozici nejmodernější stroje uzpůsobené na náročnou a produktivní těžbu je jasné, že s postupem času k současnosti a výhledově do budoucna se bude zřejmě stále znásobovat procento nárůstu produkce tohoto fosilního paliva. Tyto fakta jsou bohužel znát i na v celku častých zprávách o úmrtí mnoha desítek čínských horníků.

Nejvýznamnější je provincie Shanxi, kde více než třetinu území tvoří naleziště uhlí a v minulosti z této oblasti pocházelo téměř 40% vytěžených ročních zásob země. Nejlidnatější stát světa je největším spotřebitelem, ale zároveň i největším vývozcem. Za posledních 50 let se zde spotřeba uhlí téměř zdesetinásobila. Vlivem tohoto a mnoha dalších faktorů není tudíž překvapením, že je Čína zároveň na prvním místě v těžbě uhlí. Roční těžba zde se do roku 2000 do roku 2008 více než zdvojnásobila z původních 1300 mil. tun na téměř 2800 mil. tun. V poslední době je roční produkce jen o málo vyšší než roční spotřeba (1,6 mld. tun, respektive 1,5 mld. tun).

Zmenšení vývozu má za následek zvyšování cen uhlí na světové scéně. Což je jasně patrné z tabulky níže. Z údajů je jasně patrné, jak kolísala cena uhlí okolo stálých hodnot v období mezi lety 1987 a 2003, u severozápadní Evropy to bylo v průměru 36\$ za tunu v USA byla cena ještě nižší a to průměrně o 5\$ tedy 30\$/tunu. Ale je také patrný skokový nárůst v roce 2004, kdy rozdíl oproti předchozímu roku byl 30\$. Následný rok poněkud klesla a poté se ustálila na 60\$/tunu až do roku 2008, kdy došlo k ohromnému skoku, byla překročena hodnota 100\$/tunu a dokonce téměř i hranice 150\$/tunu (v Evropě). Ke konci roku 2008, v době kdy zasáhla svět krize v plné síle, stála 1 tuna uhlí přes 210 amerických dolarů. Poté došlo k razantnímu poklesu až na 90 USD/tunu. Začátkem roku 2011 cena opět stoupla vlivem velké poptávky asijského kontinentu (především Číny) a zmenšenému vývozu černého uhlí z Austrálie, kvůli katastrofálním povodním, které postihly zdejší tuto oblast. V současnosti se obchoduje s cenou okolo 130 USD/tunu.

Ceny uhlí v USD/tuna

	Severozápadní Evropa – tržní cena	US Central Appalachian coal – spotová cena	Koksovatelné uhlí Japonsko – importní cena CIF	Energetické uhlí Japonsko – importní cena CIF
1987	31,30	-	53,44	41,28
1988	39,94	-	55,06	42,47
1989	42,08	-	58,68	48,86
1990	43,48	31,59	60,54	50,81
1991	42,80	29,01	60,45	50,30
1992	38,53	28,53	57,82	48,45
1993	33,68	29,85	55,26	45,71
1994	37,18	31,72	51,77	43,66
1995	44,50	27,01	54,47	47,58
1996	41,25	29,86	56,68	49,54
1997	38,92	29,76	55,51	45,53
1998	32,00	31,00	50,76	40,51
1999	28,79	31,29	42,83	35,74
2000	35,99	29,90	39,69	34,58
2001	39,29	49,74	41,33	37,96
2002	31,65	32,95	42,01	36,90
2003	42,52	38,48	41,57	34,74
2004	71,90	64,33	60,96	51,34
2005	61,07	70,14	89,33	62,91
2006	63,67	62,98	93,46	63,04
2007	86,60	51,12	88,24	69,86
2008	149,78	116,14	179,03	122,81

Tab. 1. Cena uhlí [2, str. 119]

3.1.4. Austrálie

Austrálie disponuje čtvrtými největšími ověřenými zásobami uhlí na světě. V roce 2008 měla 76 200 mil. tun uhlí, černé uhlí z toho tvořilo 36 800 mil. tun. Podíl australského uhlí k uhlí celého světa tvořil skoro 10%. Při současné spotřebě, vývozu a dovozu by mohlo vystačit na 190 let. Těžba černého uhlí je zde ve větší míře než produkce uhlí hnědého. Na export jdou více než dvě třetiny vytěženého množství černého uhlí. Z tohoto odvětví jdou do státní kasy nemalé peníze, více než 1% HDP. Na domácí scéně je využíváno bohatých zásob především v energetickém (3/4) a hutním průmyslu (1/5).

Úhelná ložiska se nacházejí především na východě země, Queenslandu a Novém Jižním Walesu. Tyto dvě oblasti dávají dohromady 90% zdejší roční těžby. V Novém Jižním Walesu je nejvýznamnější pánev Newcastle s mnoha nalezišti černého uhlí, ta dává celkem polovinu těžby celé Austrálie. V pánvi Bowen se také těží černé uhlí. Oproti tomu největší zásoby hnědého uhlí se nacházejí na jihu ve státě Victoria. Konkrétněji v pánvi Latrobe Valley, kde se těží 90% australského hnědého uhlí. Na světovém trhu má země zvláštní postavení, vzhledem k relativně malým zásobám hnědého uhlí, je Austrálie nucena obchodovat pouze s uhlím černým. Zato tento obchod je pro ně a pro celý svět stěžejní, jelikož černé uhlí z tohoto kontinentu tvoří celou jednu třetinu z celkového obchodovatelného množství. Australské černé uhlí má dobré postavení ve světě i díky příznivé ceně, která je zapříčiněna dobrou polohou a na to navazující námořní dopravou, ale také výhodným uložením uhlí blízko povrchu, což umožňuje lomovou těžbu.

3.1.5. Indie

Indie se podílí 7,3% na světových zásobách. Převáděno na množství se jedná o 58,6 mld. tun, z toho 54 mld. tun tvoří černé uhlí. Překotný vývoj a především zvyšující se zalidnění země však má za následek, že tyto zásoby budou využity podobně rychle jako v ČLR, odhadem do 114 let.

Uvádí se, že celková roční spotřeba v regionu zahrnujícím Čínu, Indii a dalších menších, avšak prudce expandujících ekonomikách této oblasti, je 1,7 miliard tun. Z toho na výrobu elektřiny se spotřebuje 90 procent. [7]

3.1.6. JAR

Komplikovaná situace v Jihoafrické republice je lehce zmíněna o několik stánek dříve. I přesto je jediným státem na africkém kontinentu, který výrazněji promlouvá do dění v úhelném průmyslu. Zdejší uhlí patří, vlivem nízkého uložení pod povrchem, k nejlevnějším na světě. Nachází se zde především uhlí černé. Které má svůj odbyt především ve státech Evropské Unie.

Hlavní ložiska se nacházejí na severovýchodě státu. Více než polovina zásob je využívána na výrobu elektřiny a tepla, třetina složí k výrobě syntetických kapalných paliv a chemikálií, zhruba 12% nachází své užití v hutnickém průmyslu. Uhlí je zde nejvýznamnější primární energetický zdroj a je páteří celého průmyslu.

3.1.7. EU

V rámci Evropské unie je uhlí tradičním zdrojem energie. V Německu pochází z uhlí polovina vyrobené elektřiny, ve Velké Británii je to třetina a u nových členských států je tento podíl ještě vyšší. V mnoha státech se však netěží, z důvodu vysokých nákladů na bezpečnost a pracovní sílu, a proto je volena snadnější cesta dovozu. Hlavními dovozci pro země EU jsou tradiční USA, Austrálie, Čína a Jižní Afrika. Import je mnohem snazší než u jiných paliv, např. ropy, jelikož nejsou kladeny vysoké nároky na transport a skladování uhlí. Navíc je rozloženo rovnoměrněji ve světě a ne jen v určitých oblastech. Tyto faktory ovlivňují to, že je uhlí bráno jako relativně nízkonákladová surovina. Což se pozitivně promítá do jeho ceny. V poslední době se začíná postoj k uhlí v EU měnit. Jednotlivé vlády namísto útlumové strategie přecházejí na zvyšování dotací do uhelného sektoru a snaží se zvýšit svou energetickou soběstačnost. Nemalé částky jsou také věnovány výzkumu na podporu čistých technologií výroby elektrické energie z tohoto fosilního paliva. Evropské společnosti, zabývající se užíváním ale především těžbou uhlí, se pozvolna vracejí k ziskům, které měly v minulosti, než vešly v platnost jednotlivé útlumové programy. Některé těžbařské společnosti dokonce uvažují o otevření nových dolů.

V rámci Evropy je nejvýznamnější stát v těžbě uhlí Ukrajina. Tento stát měl v roce 2008 34 mld. tun uhlí (z toho 15,3 mld. tun tvořilo černé uhlí) Zásoby mají životnost vynikajících 438 let. Státy Evropské unie zdaleka nedisponují rozsáhlými zásobami. Největší ložiska uhlí se nacházejí v Polsku, Německu, České republice, Řecku a Maďarsku. U našich severních sousedů je 7,5 mld. tun uhlí (6 mld. tun zaujímá uhlí černé), což je téměř 1% světových zásob. Německá spolková republika disponuje jen o něco menším množstvím, ale hlavní prim zde hraje uhlí hnědé, kterého je 6550 mil. tun z celkového množství 6700 mil. tun. Řecko a Maďarsko má skoro shodný podíl na světových zásobách, okolo 4,5%. Obdobně je u obou států především hnědé uhlí. Černé uhlí je v Maďarsku pouze 200 mil. tun a v Řecku není vůbec. Velká rozdíly však je v životnosti, u Řecka 58 let a u Maďarska 6krát déle, přesněji 351 let. Dalšími státy, v kterých se zabývají těžbou uhlí, jsou Bulharsko, Rumunsko, Turecko a Španělsko. Dohromady disponují 0,6% světových zásob. Ostatní Evropa má dohromady 2,3% z celkového světového množství uhlí. Vyjádřeno v tunách 19,3 mld., uhlí černé 1 mld. s životností 268 let.

3.1.8. Ostatní státy

Ostatní státy mají zásoby uhlí v porovnání se světovými pod 1%, a tudíž nejsou pro plynulý chod energetického potažmo uhelného průmyslu příliš důležité.

V Jižní Americe je zajímavé množství uhlí, ale pouze malá část se řadí k bilančním zásobám. Ložiska uhlí se nacházejí pod pralesy, což vzhledem k ekologii neumožňuje těžbu.

Důležitou roli ještě hrají některé postsovětské státy. A to především dříve zmíněná Ukrajina a Kazachstán, disponující dohromady 8% světových zásob. Situace je zde obdobná jako v Ruské federaci.

3.2. Zásoby v České republice

Už od předminulého století je těžba, zpracování a využití uhlí v Čechách a na Moravě významným průmyslovým odvětvím. V 90. letech minulého století došlo k útlumu v těžbě všech druhů zdejšího uhlí, nyní se však k tomuto energetickému zdroji opět obrací pozornost. [6]

Naše zásoby se odhadují na 0,5% ze světových. Což není mnoho, ale vzhledem k velikosti České republiky a množství obyvatel zde žijících by měly tyto zásoby vydržet potenciálně 75 let. Především životnost hnědého uhlí je dobrá, černé uhlí by dle posledních odhadů mělo vydržet řádově o několik desítek let méně a to zhruba 30 let. Celkové zásoby jsou odhadovány až na 10 mld. tun. Ale pouhá polovina je těžitelných. Černého uhlí je na území ČR o něco méně než hnědého, konkrétně 1673 mil. tun.

Celkové zásoby jsou odhadovány až na 10 mld. tun. Roční produkce činí 60 mil. tun.

	Černé uhlí		
	Ostravsko-karvinský revír	ostatní revíry	celkem
1876	1,50	3,05	4,55
1880	2,03	3,50	5,53
1890	4,19	4,08	8,27
1900	5,77	4,03	9,80
1910	7,67	4,65	12,32
1920	7,59	4,22	11,81
1930	10,67	3,69	14,36
1940	16,25	4,54	20,79
1950	13,72	3,78	17,50
1960	20,87	5,53	26,40
1970	23,86	4,34	28,20
1980	24,69	3,51	28,20
1990	20,84	2,35	23,19
1991	17,78	2,09	19,87
1992	17,27	2,11	19,38
1993	16,42	1,88	18,30
1994	15,94	1,55	17,49
1995	15,66	1,34	17,00
1996	15,10	1,30	16,39
1997	14,80	1,20	16,04
1998	14,76	1,10	15,86
1999	13,47	0,95	14,42
2000	13,85	1,00	14,85
2001	14,246	0,892	15,138
2002	14,200	0,270	14,470
2003	13,614	0,029	13,643
2004	13,272	0,030	13,302
2005	13,227	0,025	13,252
2006	14,280	0,012	14,292
2007	12,886	0,009	12,895
2008	12,662	-	12,662

Tab. 2. Historie těžby v ČR [2, str. 136]

Největší množství černého uhlí se nachází v šesti pánvích. Jmenovitě se jedná o Hornoslezskou, Vnitrosudetskou, Podkrkonošskou, Mělnickou, Středočeskou a Plzeňsko-Radnickou pánev. Mezi aktivní pánve, kde probíhá těžba, však v současnosti patří pouze oblast Ostravsko – karvinská. Zde se těží uhlí pěti hlavních typů, pálavé, žírné, koksové, antracitové a plynové. V ostatních pánvích došlo k minulosti k ukončení těžby, mezi tyto pánve se řadí Plzeňsko-Radnická, Kladenská a další. Do zahraničí je vyváženo zhruba okolo 6 Mt uhlí za rok, především se jedná o uhlí koksovatelné. Dovoz činí asi 1 Mt za stejné časové období. Roční těžba (17 Mt) je v porovnání s celkovou těžbou ve světě (4000 Mt) zanedbatelná. Odhadované zásoby černého uhlí jsou 16 mld. tun. Zdejší uhlí zásobuje především hutní průmysl střední Evropy.

V roce 2006 byla celková domácí spotřeba černého uhlí asi 9 mil. tun. Prakticky všechno koksovatelné uhlí končí v ocelárnách, 2/3 energetického černého uhlí byly využity pro výrobu elektrické energie a tepla a 1/3 v průmyslových podnicích. Téměř celá domácí spotřeba uhlí a lignitu slouží k výrobě elektřiny a tepla. Výše exportu v roce 2006 činila 6,518 mil. tun a u koksu to bylo 0,985 mil. tun. Množství exportovaného hnědého uhlí bylo 1,302 mil. tun. V roce 2006 asi 1,238 mil. tun černého uhlí a 1,857 mil. tun hnědého uhlí jakož i 0,507 mil. tun koksu bylo importováno do ČR. Většina hnědého uhlí byla dovezena z Německa a Rakouska, černé uhlí potom z Německa a Rakouska. [6]

4. Vlastnosti uhlí

Uhlí se řadí spolu se dřevem, rašelinou, hořlavou břidlicí, biomasou a dalšími mezi tuhá fosilní paliva. Složky paliva se dělí na dvě základní části. Na hořlavinu a přítěž, do které se řadí voda.

Existují tři hlavní typy uhlí. Dělí se dle stupně prouhelnění na hnědé, černé a antracit. Stupeň prouhelnění znamená množství uhlíku, které je v uhlí obsaženo. Vyšší stupeň prouhelnění rovná se vyšší podíl uhlíku a zároveň menší množství prchavé hořlaviny. Rozdíly v množství uhlíku jsou dány způsobem vzniku uhlí, přesněji evoluční přeměnou odumřelých organismů.

Zahraniční i české standardy používají jako rozhodující parametr prouhelnění V^{daf} . To je dáno zejména jednoduchostí, rychlostí a lácí kelímkové zkoušky obsahu prchavé hořlaviny (ČSN 44 1351). Stanovení spočívá v ohřevu zváženého vzorku uhlí rychlostí $100\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ na teplotu $950\text{ }^{\circ}\text{C}$ s časovou prodlevou 6 minut.

V tabulce jsou uvedeny typy uhlí v závislosti procentuálním množství V^{daf} .

Typ uhlí	značka	R_{ov} (%)	V^{daf} (%)
pálavé	D	pod 0,65	nad 41
plynové	G	0,65 - 0,95	33 - 41
žírné	Ž	0,96 - 1,15	28 - 33
koksové-žírné	KŽ	1,16 - 1,30	24 - 28
koksové I. skupiny	Ka	1,31 - 1,45	20 - 24
koksové II. skupiny	Kb	1,46 - 1,85	14 - 20
antracitové	T	1,86 - 2,20	10 - 14
antracit	A	nad 2,20	pod 10

Tab. 3. Typy uhlí [1, str. 10]

Z energetického hlediska je velice důležité znát tzv. spalné teplo a s tím související výhřevnost. Spalné teplo je teplo, jež se uvolní spálením 1 kg paliva spolu s vodou. Výhřevnost má obdobný popis, s tím rozdílem, že namísto vody dochází k úniku páry. Voda, která se během procesu spalování uvolní, je daná součtem vody obsažené v palivu ve formě vlhkosti a vody vzniklé chemickými reakcemi. Spalné teplo se zjišťuje kalorimetricky spálením 1 g paliva v kyslíkové atmosféře o tlaku zhruba 2,5 MPa v bombě ponořené ve vodní lázni. Výhřevnost lze rovněž přibližně stanovit výpočtem z prvkového složení paliva, vyjádřeného v [%] hmotnosti. [3, str. 175]

Výbušnost a vzněcování je taktéž velice důležité znát. Při styku paliva se vzduchem dochází k oxidaci. Není - li dostatečně rychlá, nedochází k odvodu tepla do okolí a začne docházet k ohřevu, což může vést až k samovznícení uhlí. Je snaha dosáhnout ideální, tzv. kritické teploty. Při níž nastává nepřerušované spalování. Na výbušnost má vliv obsah vody a velikost částic.

Druh paliva	T _A (bod měknutí)	T _B (bod tání)	T _C (bod tečení)
Darkov	1305	1450	1470
Lazy	1445	1500	1530
Dukla	1260	1330	1500
ČSA	1250	1380	1429

Tab. 4. Tavitelnost popela č. u. [3, str. 182]

Významným parametrem, ovlivňující zásadně kvalitu uhlí, je obsah vody. Voda je nehořlavá, a tudíž je nechtěnou součástí. Voda je obsažena od 1% až do 60%. Množství vody je ovlivněno prouhelněním. Tento faktor má zásadní vliv na samozápalnost uhlí.

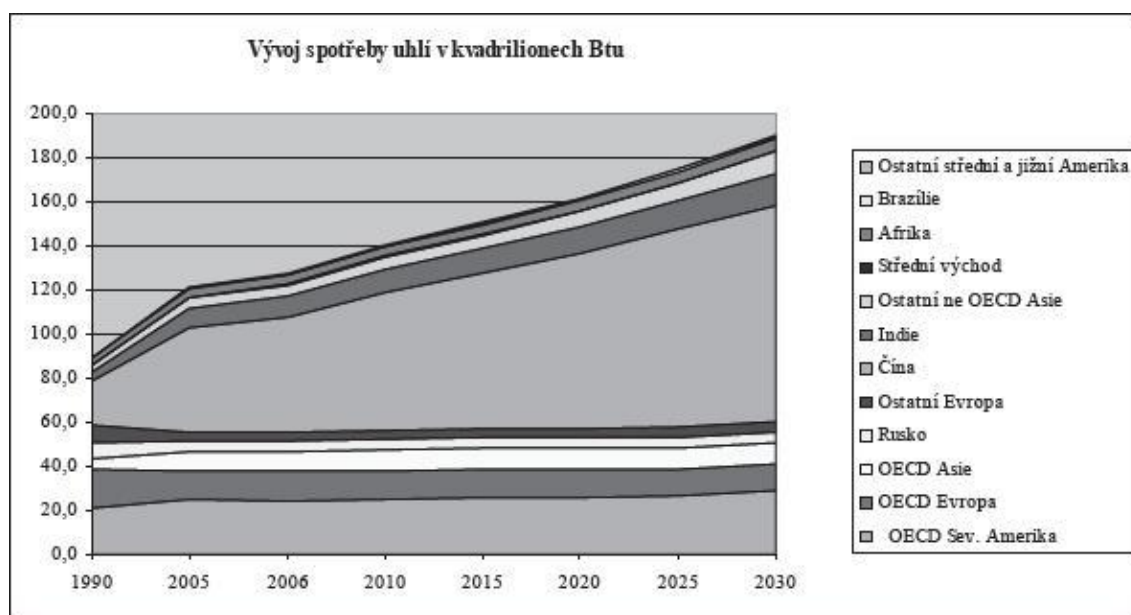
Důležitým faktorem je také hustota spolu s porézní texturou uhlí, ovlivňující především rychlost spalování, zplynění, zkapalňování a rozpouštění uhlí.

Nejdůležitější však je tzv. melitelnost a tvrdost. Tvrdost uhlí je charakterizovaná jako odolnost proti vrypu. Většinou se určuje dle Mohsovy stupnice. Podobně je popsána mikrotvrdost. Určuje se vtlačováním tělísek do povrchu. Nejznámější je metoda podle Vickerse, kdy je vtlačovaným tělesem malá diamantová pyramida s úhlem sklonu 22°. Mikrotvrdost se mění s obsahem uhlíku. Roste spolu s obsahem C do 82 % C poté začne pomalu klesat do hodnoty 92 % C. Jakmile přejde tuto hodnotu začne strmě růst. Melitelnost má zkratku Gr z anglického grindability. Je určovaná testem podle Hardgrove. Obdobně jako tvrdost je i melitelnost závislá na prouhelnění. Kdy pomalu roste do maximální hodnoty, která činí zhruba 90 %.

Chemické složení je různorodé. Největší zastoupení má uhlík, v menším množství je zde také vodík, dusík a síra. Nezapomenutelný je kyslík, který má značně rozdílný obsah. Chemické složení hořlaviny u jednotlivých typů uhlí OKR je značně odlišné. Příkladem jsou uvedeny hodnoty z dnes již uzavřeného dolu Fučík. Typ uhlí je zde plynný, prvkové složení v % je: uhlík 82,43; vodík 5,35; dusík 2,02; síra 0,23 a ostatní prvky 9,97.

5. Energetika uhlí

V globálním měřítku je uhlí hned po ropě druhou nejvyužívanější energetickou surovinou na světě. Celková světová roční spotřeba se odhaduje na přibližně 5,3 miliardy tun. Asi tři čtvrtiny tohoto množství se spotřebovává jako palivo v elektrárnách - i když různé prameny se v tomto údaji velmi liší. Při současné spotřebě by známé zásoby všech druhů uhlí vydržely přibližně 300 let. V posledních letech je výrazný trend růstu spotřeby uhlí pro energetické účely - například mezi roky 2001 až 2004 došlo k navýšení o 25 procent. [5]

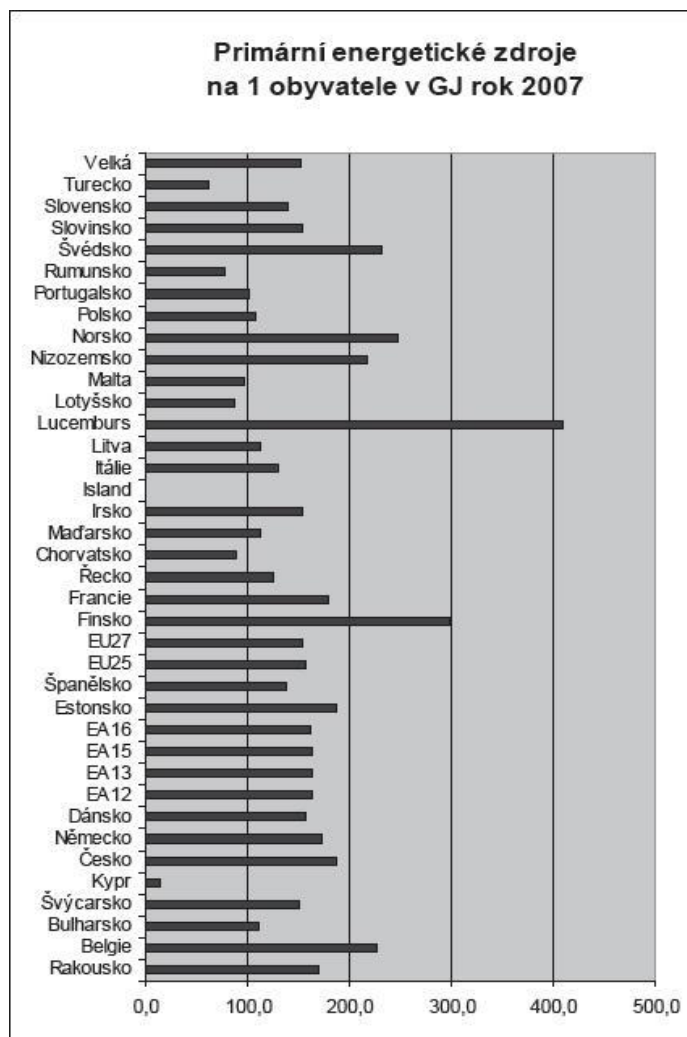


Obr. 6. Vývoj spotřeby [2, str. 108]

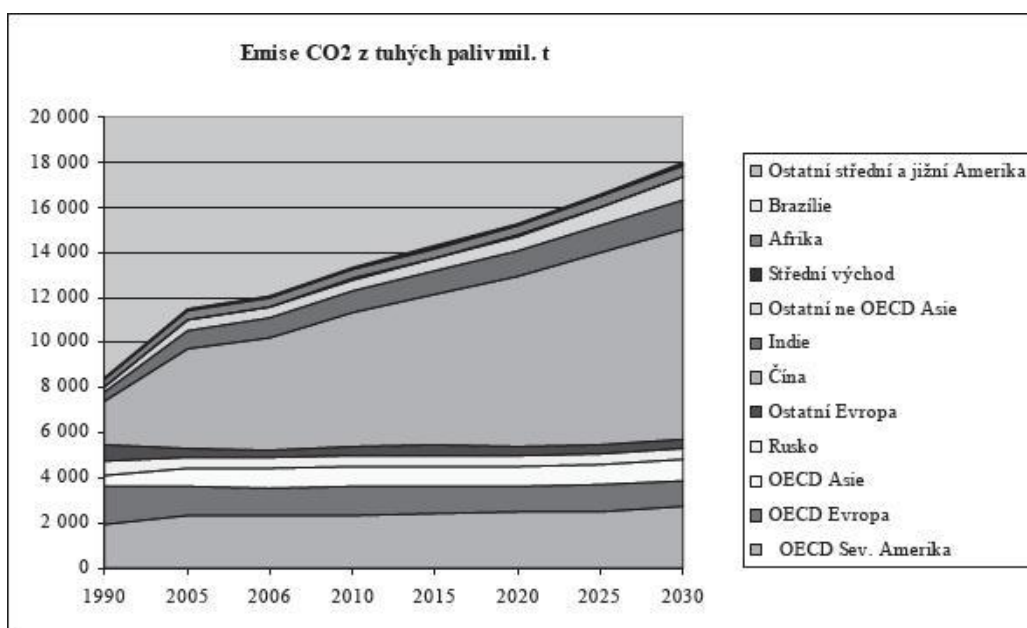
V České republice je toto fosilní palivo využíváno ve značné míře v energetickém průmyslu, zde se využívá především typu uhlí energetického. Jedná se o většinový zdroj pro výrobu tepla a energie. Naopak koksovatelné uhlí se požívá ve velkých průmyslových podnicích zabývajících se výrobou či zpracováním železa. Zhruba 70 % elektrické energie vyprodukované v našem státě pochází z uhelných elektráren. Závislost na této surovině je dán dlouhodobou historickou základnou hlubinné (černé uhlí) a lomové těžby (hnědé uhlí).

Uhlí je nejvýznamnější ze všech fosilních paliv, jeho životnost ve světě se odhaduje přes 200 let, což několika násobně přesahuje předpokládanou životnost jeho „konkurence“. A to ropy či zemního plynu. Také zásoby uranu jsou z pohledu času menší.

Spalování uhlí je složitý proces, jehož výsledek závisí na mnoha faktorech. Především na prouhelnění, chemickém složení, ale také na podmínkách vzniklých při spalování. Největším problémem současného spalování uhlí v elektrárnách je malá účinnost přeměny energie na elektrický proud. Moderní jednotky mají účinnost okolo 40 %. Neblahým výsledkem výroby elektrické energie z této složky je také značné znečištění. Proto je vynakládáno v posledních letech mnoho financí na vylepšení produktivity přeměny a na zlepšení ekologické stránky procesu. Změny v množství emisí vzniklých z užívání tuhých paliv jsou patrné v následujícím grafu (Obr. 8.).



Obr. 7. Primární energetické zdroje [2, str. 59]

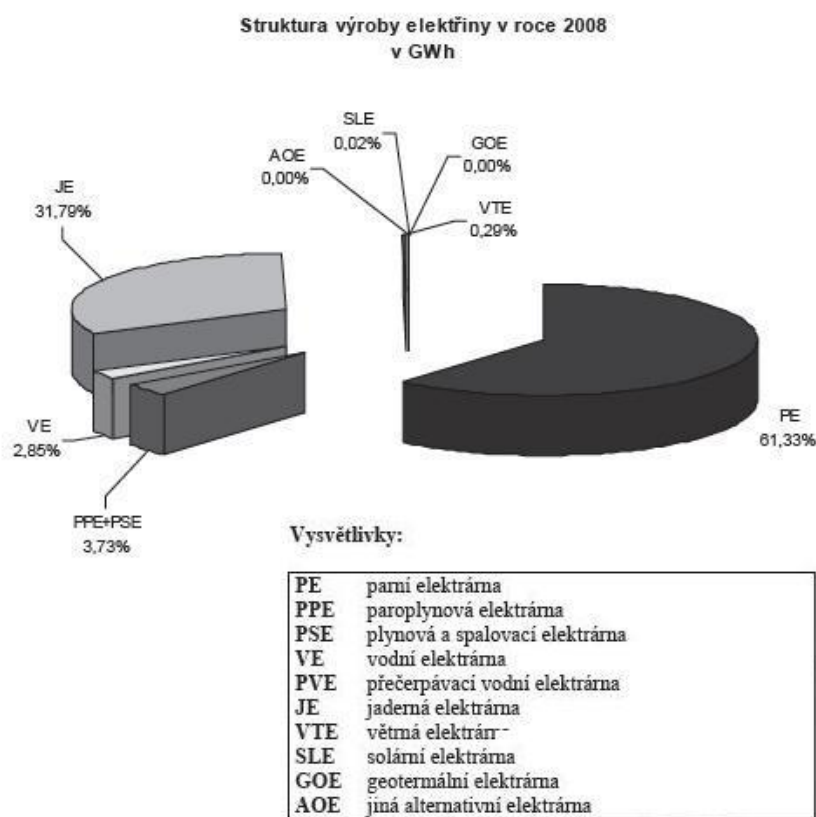
Obr. 8. Emise CO₂ [2, str. 114]

5.1. Jaderná energie

V České republice je hlavní zdrojem elektrické energie uhlí. Od roku 1975 je rozhodujícím primárním zdrojem. Především hnědé uhlí, pocházející ze severozápadních Čech, je hlavním tahounem v tomto prostředí. Prvotně slouží k výrobě již zmíněné elektřiny, jeho další význam je výroba tepla. Tento stav bude u nás fungovat odhadem až do roku 2040, kdy těžba přestane být rentabilní a bude třeba najít nové zdroje pro výrobu elektrické energie.

Již dnes jsou v provozu na našem území dvě jaderné elektrárny, jmenovitě Dukovany a Temelín. Tyto elektrárny by samotné nedokázaly zásobovat celý stát elektřinou, ale v kombinaci s hnědouhelnými elektrárnami severozápadních Čech, elektrárnami zpracujícími černé uhlí (především elektrárna Dětmarovice) a několika menšími elektrárnami (solární, vodní,...) jsou vhodným doplňkem, bez kterého by současná energetika nebyla schopná plnohodnotně fungovat. Přesněji Dukovany a Temelín jsou schopné pokrýt základní spotřebu, ale proměnlivé zatížení, vzniklé při rozdílu mezi letními a zimními dny, jsou již doménou uhelných elektráren. Jaderné elektrárny také pomáhají prodloužit životnost uhelných zásob. Ačkoliv je jejich bezpečnost stále ožehavým tématem, především ve světle nedávných událostí na japonském ostrově, kdy došlo ke katastrofálnímu zemětřesení a následná vlna tsunami značně poškodila jadernou elektrárnu Fukušima, je třeba také pamatovat na to, že jaderné elektrárny pomáhají značně snižovat množství škodlivin vypuštěných do ovzduší. Roční využití jaderných elektráren značně převyšuje ostatní druhy elektráren, dosahuje až 85 %.

Také náklady na jejich provoz k poměru s finálním ziskem jsou nejvýhodnější. I přes tyto zjevné výhody i nevýhody je a zřejmě i dlouho do budoucna bude hlavním tahounem energie vzniklá z parních elektráren, zpracovávajících uhlí, ať už hnědé nebo černé. Tento fakt je patrný i v tabulce umístěné pod textem. Kde jasně nejvyšší podíl má elektrická energie z uhlí následovaná energií jadernou.



Obr. 9. Struktura výroby elektřiny v roce 2008 [2, str. 368]

5.2. Energie v ČR z pohledu trhu

V současnosti je na našem trhu patrná dominance elektrárenské skupiny ČEZ, jež je majoritním vlastníkem elektráren na území České republiky, dokonce je vlastníkem i několika zahraničních elektráren. Koncem 90. let proběhla ve zdejších uhelných elektrárnách náročná (především finančně) odsíření. Díky čemuž se značně snížilo množství emisí vypouštěných z těchto provozoven. U NO_x se snížily hodnoty emisí na polovinu, obsah SO_2 klesl ze 7000 na 400 a množství tuhých částic se také mnohonásobně snížily. České uhelné a jaderné elektrárny jsou umístěny po celé ČR. Přehledněji jsou uvedeny na mapce.



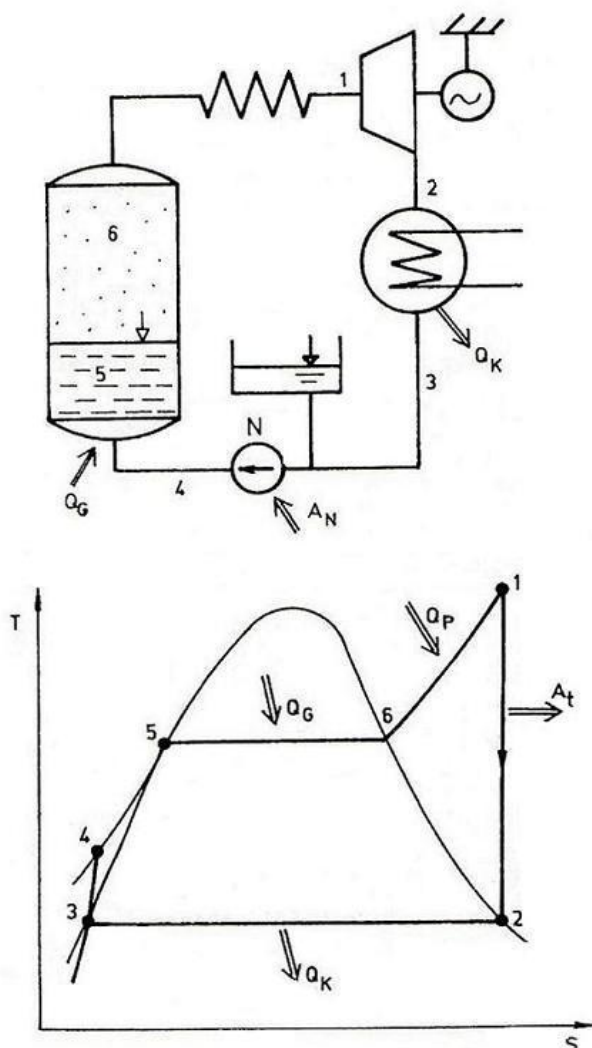
Obr. 10. Mapa uhelných a jaderných elektráren ČR [10]

Energetický gigant ČEZ provozuje na území ČR celkem 15 uhelných elektráren. Dvě z tohoto množství spalují černé uhlí (Dětmárovice a Vítkovice), zbytek funguje na uhlí hnědé. V zahraničí vlastní ČEZ ještě tři další elektrárny, v Polsku jsou to Elcho a Skawina a v Bulharsku se jedná o Varnu. V mnohých elektrárnách probíhá spalování uhlí spolu s biomasou.

Ve světě se vyrábí 44 % veškeré elektrické energie z uhlí, v Evropě je to třetina a v České republice se skupina ČEZ podílí přibližně jednou polovinou. Z čehož jasně vyplývá nutnost, skoro až závislost na provozu a získávání energie z této suroviny. V budoucnu se dá očekávat, že vlivem rostoucí poptávky po elektrické energii a znovu nastartované české ekonomiky nedojde k ustálení produkce, ale spíše k jejímu zvýšení. Z tohoto důvodu jsou investovány nemalé finanční prostředky do oblasti průzkumu na poli zvyšování energetické účinnosti, aby česká energetika byla schopna konkurovat tlaku konkurence.

5.3. Princip uhelné elektrárny

Základní princip fungování uhelné elektrárny je založen na přeměně energie tepelné na mechanickou a mechanické na elektrickou. Teplo uvolněné v kotli ohřívá



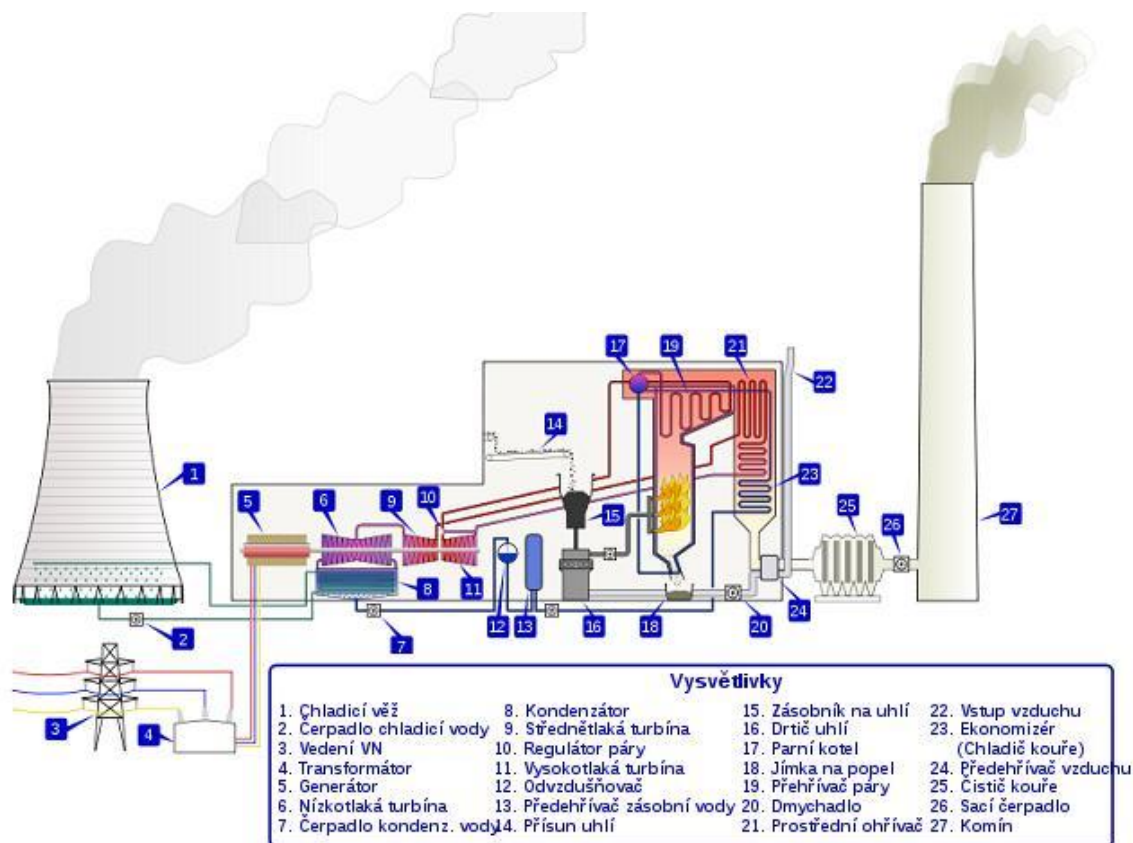
Obr. 11. Rankine-Clausiusův cyklus [4, str. 178]

generátoru, kde se ohřívá na sytou kapalinu. Dále probíhá vypařování na stav 6 a přehříváči se získá admisní pára o stavu 1. V praktických případech tepelných elektráren probíhá expanze v parní turbíně na kondenzační tlak, ale v oblasti mokré páry. Celková práce parostrojního cyklu je prakticky rovna práci turbíny, poněvadž spotřeba napáječky je zcela zanedbatelná. [4, str. 177]

vodu procházející trubkami uvnitř kotle a mění ji v páru. Pára proudí do turbíny, jejím lopatkám předá svou pohybovou energii a roztočí ji. Vzhledem k tomu, že je turbína pevně spojena s generátorem, roztáčí se i ten a přeměňuje mechanickou energii na elektřinu. V elektrárněnském generátoru rotuje magnet (elektromagnet), vinutí, v němž se indukuje napětí a proud, je umístěno na statoru okolo něj. Celé soustrojí se otáčí rychlostí 3000 otáček za minutu. Pára vycházející z turbíny je vedena do kondenzátoru, kde zkondenzuje, tj. z plynu se stane opět kapalina. Z kondenzátoru je voda vedena zpět do kotle, kde celý cyklus začíná znovu. Pára vyrobená v kotli nemusí být využita pouze k výrobě elektřiny, může sloužit i k vytápění přilehlých obcí a měst. [11]

Během přeměny tepelné energie na mechanickou se uplatňuje především Rankine-Clausiusův cyklus (uvedený vlevo na obr. 11.). Do tepelné turbíny je přiváděna admisní pára o stavu 1. Po adiabatické expanzi na kondenzační tlak nastává kondenzace v kondenzátoru. Kondenzát je napáječkou N dopraven do parního

V procesu samotné přeměny mechanické energie na elektrickou se uplatňuje tzv. Faradayův zákon, popisující elektromagnetickou indukci. Na koncích smyčky, otáčející se v magnetickém poli, se indukuje střídavé elektromagnetické napětí. Čím je rychlost otáčení vyšší, tím je také vyšší napětí. Dojde – li k uzavření obvodu, prochází smyčkou elektrický proud.



Obr. 12. Tepelná elektrárna [17]

Uhelné elektrárny jsou tvořeny tzv. bloky. Tvoří je turbíny, kotle, generátory, chladicí věže, blokové transformátory, odlučovače popílků a odsiřovací zařízení. Mohou mít společné několik zařízení, a to: komín, zauhlování, vodní zařízení (čerpadla, přiváděče a chemickou úpravnu vody), pomocná zařízení (k odběru popílků a odsiřování). Ve skupině ČEZ mají výrobní bloky povětšinou výkon 200 MW, několik elektráren má však bloky o výkonu nižším (110 MW) nebo vyšším (500 MW). Avšak o vyšším výkonu je pouze elektrárna Mělník III.

5.4. Elektrárny ČR

- **Hodonín**



Obr. 13. Hodonín [16]

Řadí se mezi nejstarší elektrárny na našem území, výstavba začala v roce 1951. Nachází se v blízkosti hranic se Slovenskem. Její umístění bylo uvažováno vzhledem k blízkosti řeky Moravy a lignitového dolu. Později byla přestavěna na teplárnu. Jedná se o nejmenší zařízení společnosti ČEZ

- **Chvaletice**



Obr. 14. Chvaletice [12]

Elektrárna byla postavena v letech 1973 – 1979. Spolu se stavbou elektrárny vznikala tzv. Labská cesta, které se posléze užívalo k dopravě hnědého uhlí z Lovosic. Leží 20 km západně od Pardubic. Je tvořena čtyřmi bloky o celkovém výkonu 800 MW. Jedná se o dominantu Východních Čech, komín dosahuje výšky 300 metrů.

- **Ledvice**



Obr. 15. Ledvice [12]

Vznikla mezi léty 1966 – 1969. Leží na úpatí Krušných hor. Nedaleko lázeňského města Teplice. Byla tvořena pěti bloky. První o výkonu 200 MW. Zbylé čtyři mají shodně 110 MW. Později byly bloky č. 1 a č. 5 odstaveny. Uhlí je dopravováno z dolu Bílina.

- **Mělník**



Obr. 16. Mělník [12]

Elektrárenské bloky byly zavedeny do provozu roku 1971. Elektrárna je umístěna nedaleko soutoků Vltavy a Labe. Skládá se ze tří technologických celků. Část Mělník II je tvořena dvěma bloky, každý o výkonu 110 MW a část Mělník III je tvořena pouze jedním výkonným 500 MW blokem.

- **Počerady**



Obr. 17. Počerady [12]

Elektrárna byla uvedena do provozu roku 1970. Nachází se 10 km jižně od města Most. Původní instalovaný výkon byl $6 \cdot 200$ MW. Začátkem roku 1994 byl v rámci útlumového programu odstaven první blok. Nyní má elektrárna 5 bloků, každý o celkovém výkonu 1000 MW.

- **Poříčí**



Obr. 18. Poříčí [12]

Skládá se ze dvou částí. Elektrárny Poříčí II a Teplárny Dvůr Králové. Oba objekty byly vybudovány počátkem 50. let. Leží na úpatí Krkonoš. Jejich celkový výkon se řadí spíše mezi menší provozovny (elektrárna $3 \cdot 55$ MW, celkový teplotenský výkon je 294 MW), tím méně ale zatěžuje okolní krajinu.

- **Průněřov**



Obr. 19. Průněřov [12]

Jedná se o největší elektrárnu na území ČR. Byla uvedena do provozu mezi léty 1981 a 1982. Je umístěna nedaleko Chomutova. Má pět bloků, každý s výkonem 210 MW. Navíc dodává teplo do již zmíněného Chomutova. Výkon pro dodávky tepla je 500 MW.

- **Tisová**



Obr. 20. Tisová [12]

Výstavba začala roku 1954. Nachází se v bezprostřední blízkosti Sokolova. Umístění bylo vybíráno strategicky, jsou zde blízké zásoby uhlí, řeka Ohře, sloužící k chlazení, a jistota spotřeby elektrické energie díky městům Karlovy Vary, Františkovy a Mariánské Lázně. Celkový výkon je téměř 300 MW.

- **Tušimice**



Obr. 21. Tušimice [12]

Roku 1963 byla zprovozněna elektrárna Tušimice I, o deset let později Tušimice II. Leží mezi Kadaní a vodní nádrží Nechanice. Elektrárna byla cíleně umístěna v bezprostřední blízkosti hnědouhelných dolů, čímž zcela odpadají náklady na dopravu. Dnes je provozu pouze elektrárna Tušimice II s výkonem 800 MW.

- **Vítkovice** Historie tepelné elektrárny Vítkovice sahá do dávné historie a je úzce propojena s místními železárnami. Příští rok bude jubilejních 100 let od založení zdejší elektrárny. Nacházejí se zde 3 kotelní jednotky o celkovém výkonu 342 MW. Palivem je černé (energetické) uhlí.

5.5. Elektrárna Dětmorovice

Se svým instalovaným výkonem 800 MW je největší elektrárnou na Moravě a největší elektrárnou spalující černé uhlí v České republice. Ročně zde vznikne 2,5 TWh elektrické energie a 800 TJ tepla, které následně rozvádí do okolních měst.



Obr. 22. Dětmorovice [9]

Elektrárna vznikla v rozmezí let 1971 – 1976. První blok byl uveden do provozu v květnu roku 1975. Zkušební provoz započal dne 25. listopadu 1976. O dva roky později došlo k přechodu ze zkušebního režimu na provozní. Generálním projektantem stavby byl Energoprojekt Praha, dodavatelem stavební části VOKD Ostrava, technologie Škoda Plzeň. Elektrárna původně patřila do svazku Ostravsko-karvinských elektráren, od roku 1990 je samostatnou organizační jednotkou. [9]

Nachází se v těsné blízkosti polských hranic mezi městy Karviná a Ostrava. Zároveň jsou u ní hlavní železniční tahy mezi Českem, Slovenskem a Polskem. Výhodné je také její postavení vzhledem ke zdroji paliva, které spaluje, a to k uhlí. Ve vzdálenosti několika málo kilometrů se nachází mnoho černouhelných dolů, které je dopravováno pomocí již zmíněné železnice. V posledních letech se zde také používá na spalování uhlí hnědé, nebo levnějšího černého uhlí dovezeného z Polska. Uhlí z blízkých dolů OKD je dopravováno vlaky společnosti OKD, Doprava, která provozuje i vlečku elektrárny a vykládku uhlí ze samovýsypných vozů v hlubinném zásobníku, zajišťuje i provoz zauhlování.

Jsou zde nainstalovány čtyři výrobní bloky, každý má výkon 200 MWh. Průměrná roční spotřeba černého uhlí je cca 1,5 milionů tun, z čehož vychází denní spotřeba zhruba 1600 tun, to je rovno zhruba 32 plně naloženým vagónům. Spalované uhlí má výhřevnost 22 MJ/kg a obsahem síry pod 0,5 %. Elektrárna disponuje třemi skládkami o celkové kapacitě téměř 300 000 tun. Prvním krokem v procesu výroby elektřiny je zde rozemletí uhlí, následně je takto zpracované spalováno ve čtyřech kotlích

s jednotlivým výkonem 650 tun páry/hod. Kotle byly vyrobeny v nedalekém podniku Vítkovice, jejich účinnost činí 90 %. Jsou průtlačné, dvoutahové, s granulární spalovací komorou. Nejvyšší teplota v kotli je 1400 °C. Na zadní části kotle jsou samostatně umístěny regenerační ohříváky. Každý kotel je zároveň opatřen čtyřmi elektrostatickými odlučovači a polovičním počtem kouřových ventilátorů. Firma Mitsubishi se postarala o dodávku odsiřovacího zařízení, skládajícího se ze dvou absorberů. V provozu je od roku 1998.

Pára vzniklá v kotlích, které dosahují výšky až 60 metrů, je odváděna do turbogenerátorů. Ten je složen ze tří stupňů a probíhá v něm změna energie tepelné z páry na mechanickou energii. Zároveň generátor na umístěný na společné hřídeli vyrábí elektřinu. Strojovna elektrárny je osazena čtyřmi turbínami. Turbíny mají jmenovitý výkon 200 MW a jmenovité otáčky 3000/min. Tepelný spád v každé turbíně zajišťuje povrchový kondenzátor. Pára má vstupní parametry 16,18 MPa a 535 stupňů Celsia, přihřátá pára má teplotu 535 stupňů C. [9]

V elektrárně probíhá chlazení za pomoci chladících bloků a nedaleké řeky Olše. Je dbáno také na životní prostředí. Jsou zde technologie na snížení emisí ve spalínách, jedná se o odstranění popílků, oxidy dusíku a síry. Před cca 15 lety zde proběhla zásadní modernizace. Bylo realizováno mnoho ekologických opatření. Od stavby odsiřovacího zařízení počínaje, po zvyšování účinnosti konče. Tento program spolkl přes 2 mld. korun. Avšak výsledkem bylo několikanásobné snížení emisí. V budoucnu budou dva bloky podrobeny modernizaci. Přesněji roku 2016 respektive 2017. Tímto bude umožněno prodloužení provozu do roku 2030. Očekává se, že zbylé dva bloky budou v provozu do roku 2020. Dánský výrobce Bruel and Kjaer dodal moderní systém na měření vibrací turbosoustrojí. V minulosti byl plně aktualizován řídicí a informační systém. Dodavatelem byl německý Siemens. Činnost těchto zařízení je nezávisle sledována a pravidelně kontrolována orgány státní správy a ochrany životního prostředí. Elektrárna získala certifikát "Systém environmentálního managementu" a zároveň splňuje ISO 14001.

Vedlejší produkty výroby elektrické energie jsou taktéž odváděny k dalšímu zpracování. Pod přísnou kontrolou, tak aby byly splněny technologické a zákonné podmínky, vznikají suroviny vhodné pro další zpracování. Tyto jsou používány především ve stavebnictví. Jedná se o 90 % z celkového množství 400 000 tun vyprodukovaných jako vedlejší produkty. Takto vzniklé popeloviny jsou využívány jako přísady do cementů, betonů či pórobetonů. Zbylých 10 % je energosádrovec, vzniklý odsířením z mokré vápencové výpírky. Slouží k revitalizačním účelům. Kromě výroby elektřiny produkuje tento závod i významné množství tepla, které je odváděno ke spotřebitelům do měst Orlová a Bohumín. Tento způsob produkce elektrické energie zároveň s energií tepelnou se nazývá kogenerace. Jedná se o pokrokový způsob využití paliva a zároveň se takto významně šetří životní prostředí. Zároveň na tom značně ušetří zákazník. Uvádí se, že obyvatelům města Bohumín se takto sníží náklady až o pětinu. Avšak tohoto zdroje tepla lze využít k vytápění domů, bytů, podniků a dalších budov pouze v blízkosti elektrárny. Na větších vzdálenostech dochází při přenosu tepla v potrubí ke značným ztrátám.

V loňském roce elektrárna vyrobila téměř 2,3 TWh elektrické energie a více než 550 TJ tepla, které dodává zejména do Orlové. V zimě za velkých mrazů protéká potrubím do Orlové až 650 m³/hod o teplotě až 150 °C. Roční dodávky tepla do Orlové činí kolem 450 TJ. Zbývajících cca 100 TJ tepla směřuje k odběratelům v okolí elektrárny. [9]

6. Užití uhlí

6.1. Současnost

Mimo výroby elektrické energie z uhlí, existuje v současnosti mnoho dalších odvětví, využívajících této suroviny. Dalším častým uživatelem je železárenský průmysl, který využívá uhlí jako palivo do vysokých pecí. Zde je používán především koksový typ. Největší tuzemská společnost (OKD), zabývající se těžbou černého uhlí, prodá většinu své produkce několika hlavním společnostem, které se působí na poli energetického či hutního průmyslu.

- | | |
|------------------|--|
| V ČR se jedná o: | <ul style="list-style-type: none">• Arcelor Mittal Ostrava a. s.• MORAVIA STEEL a.s.• OKK Koksovny, a.s.• Dalkia Česká republika, a.s.• ČEZ, a.s. |
| Ze zahraničí: | <ul style="list-style-type: none">• U.S. Steel Košice, s. r. o.• Voestalpine Rohstoffbeschaffungs-GmbH• DBK-Donau Brennstoffkontor GmbH• Verbund-Austrian Thermal Power GmbH & Co KG• Arcelor Mittal Poland S.A.• SWM Services GmbH |

6.2. Alternativní využití uhlí

Vzhledem ke snižujícím se zásobám ropy se uhlí stane v nedaleké budoucnosti jediným dostupným fosilním palivem. Bude tedy muset v mnoha ohledech nahradit ropu v mnoha odvětvích hospodářství, od energetického průmyslu až po chemický. Především energetické využití uhlí v budoucnu je palčivou otázkou, na kterou se mnoho odborníku snaží nalézt odpověď. V současnosti probíhá mnoho výzkumů s cílem zlepšit vlastnosti uhlí během spalování, nebo vyvinout z něj nové ekologické a stabilní palivo do automobilů. Uhlík z uhlí se také stane v budoucnu základem produkce nových materiálů, jež by měly nahradit kovy a především plasty.

6.2.1. Výroba elektřiny

Pozornost se věnuje vývoji efektivnějších a čistějších metod spalování uhlí. EU a další vyspělé světové státy všestranně tento trend podporují.

V současnosti fungují (i v ČR) zdroje na spalování v tzv. fluidní vrstvě, které snižuje množství škodlivin a hlavně zvyšuje efektivnost.

Další alternativou je tzv. práškové spalování. Vznik této technologie má na svém kontě USA, konkrétně projekty Clean Coal Technology. Jedná se o zlepšení dopravy paliva a vzduchu do plamene. Vhodné je pro uhlí s vyšší výhřevností a nižším obsahem popela. Nyní jsou provozu jednotky tohoto typu pouze v USA, V Německu se buduje sedm těchto provozoven. V Evropě se očekává nástup bloků s práškovým spalováním okolo roku 2020, kdy skončí životnost mnoha současných elektráren.

Možností je také využití procesů zplynování uhlí při výrobě elektřiny umožňuje dosáhnout ještě vyšší efektivnosti a nižší produkce škodlivin než u fluidního spalování. Účinnost u nejmodernějších jednotek se pohybuje mezi 43 a 45 procenty. Zajímavostí je rafinerie jihoafrické společnosti SASOL, která kromě elektřiny z uhlí současně vyrábí i motorová paliva. Zplynování se používá i při pokusech se společnou přeměnou uhlí, biomasy a odpadových plastů na energii a paliva. [5]

S hledáním pokročilých metod na výrobu elektřiny vyvstává také problém, jak efektivně využít CO_2 . Vzhledem k možnosti, že oxid uhličitý způsobuje globální oteplování, byla přijata vládami mnoha zemí opatření vůči jeho produkci. Uvažuje se o jeho uskladňování do podzemních zásobníků, kterými mohou být i bývalé doly. Tento proces však výrazně prodraží výrobu elektrické energie. Nese sebou i rizika v podobě bezpečnosti těchto zařízení. Mnoho odborníků proto spíše upřednostňuje uzavřený cyklus využití uhlíku.

6.2.2. Syntetický benzín

Nerovnoměrné rozložení zásob uhlí vedlo k pokusům o tvorbu tzv. syntetického benzínu. První výzkumy k tomuto problému byly zaznamenány již roku 1920 v Německu.

Počátky vývoje syntetického benzínu v Německu jsou spojeny především se jménem profesora Friedricha Bergiuse, který už roku 1913 získal patent na technologický postup zkapalňování uhlí. Převod uhlíku z uhlí na uhlovodíky podobné ropě prováděl hydrogenací za vysokých teplot, přičemž jako katalyzátor sloužil oxid železitý. [8]

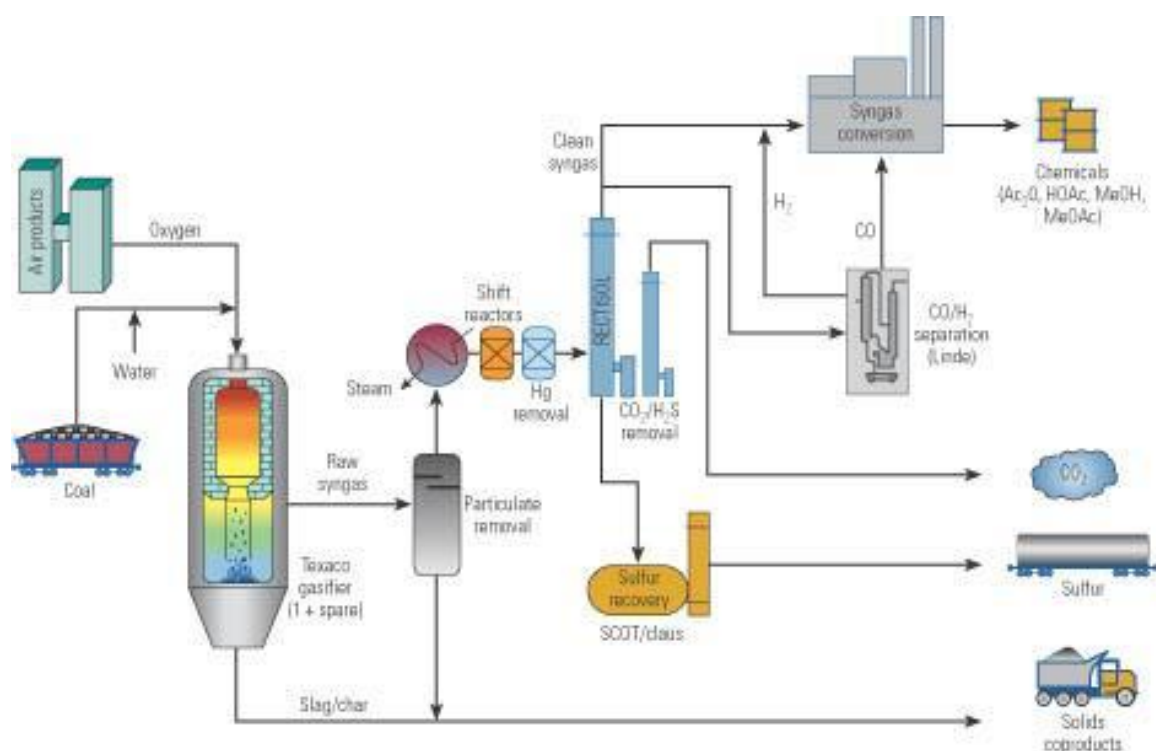
Průmyslově se tento proces uplatnil až v roce 1926. Za běžných podmínek by nemohl v tehdejší době konkurovat ropným společnostem. Ale vzhledem k přípravám na válku se hledaly náhrady za ropu a toto bylo jedno z východisek. Po druhé světové válce se odstoupilo od tohoto procesu získávání paliva do automobilového průmyslu. Nastal úpadek a nezáměr o tuto technologii. Vše se však obrátilo koncem 70. let minulého století, kdy ve světě nastoupila ropná krize nebývalého charakteru. Ceny ropy několikanásobně překonaly své historické maxima, což vedlo k opětovnému výzkumu v oblasti zkapalňování uhlí. Avšak i tato situace neměla dlouhého trvání. Jakmile spadly ceny ropy, upadnul zájem o technologii výroby syntetického benzínu na dvě desetky let v zapomnění. Počátkem 21. století se s blížícím se nedostatkem ropy začala hledat náhrada za tuto surovinu a znovu se naděje na vyřešení tohoto problému ubírají tímto směrem.

Procesy zkapalňování se dělí na přímé a nepřímé. Přímé procesy se pak dále člení na karbonizaci a hydrogenaci.

Mezi hlavní metody hydrogenačního způsobu zkapalňování uhlí patří již zmíněný Bergiusův proces. Mezi lety 1970 až 1980 byl vyvinut japonskými společnostmi proces NEDOL, avšak tento způsob výroby není příliš rozšířený, jelikož vzniklý olej potřebuje následné vylepšení svých vlastností dalšími chemickými reakcemi. Několik metod bylo také vyvinuto v USA, mezi nejrozšířenější patří metoda SRC I nebo SRC II. V poslední době se vývojem paliva zkapalněním uhlí zabývá také Čína. Avšak u této asijské země je vše zatím pouze ve zkušebním stádiu.

Procesy karbonizace jsou z hlediska nákladů a následného zisku nepříliš výhodné, a proto se tyto metody zásadně nerozvíjejí. Typickým příkladem je nízkoteplotní karbonizace, tzv. Karrickův proces. Postup je podobný jako při výrobě koksu, ale probíhá za nižších teplot okolo 450 – 700 °C. Vzniklé dehty obsahující velký podíl lehkých uhlovodíků jsou následně snadno zpracovávány na kapalná paliva.

Nejznámější z metod nepřímých je tzv. Fischer-Tropschův proces. Vyvinuli jej roku 1920 Franz Fischer a Hans Tropsch z Kaiser Wilhelm Institute. Jedná se rovněž o působení vodíku na uhlí (přesněji na oxid uhelnatý vzniklý nedokonalým spalováním uhlí) prostřednictvím katalyzátorů, meziproduktem však je plynná směs vodíku a kyslíčnicku uhelnatého, tzv. syngas (syntetický plyn). Z něj se pak vyrábí kapalná paliva. [8]



Air products - vzdušné produkty

Chemicals - chemické látky

Clean syngas - čistý syntetický plyn

CO₂/H₂S removal - odstraňovač CO₂/H₂S

CO/H₂ separation - oddělovač CO/H₂

Coal - uhlí

Hg removal - odstraňovač Hg

Linde (režim odstraňování)

Oxygen - kyslík

Particulate removal - odstraňovač částic

Raw syngas - surový syntetický plyn

Rectisol (výrobní jednotka)

SCOT/clauss (typ režimu)

Shift reactor - přechodový reaktor

Slag/char - struska/spaliny

Solids coproducts - vedlejší produkty pevných látek

Spare - přebytek

Steam - pára

Sulfur - síra

Sulfur recovery - využití síry

Syngas conversion - konverze syntetického plynu

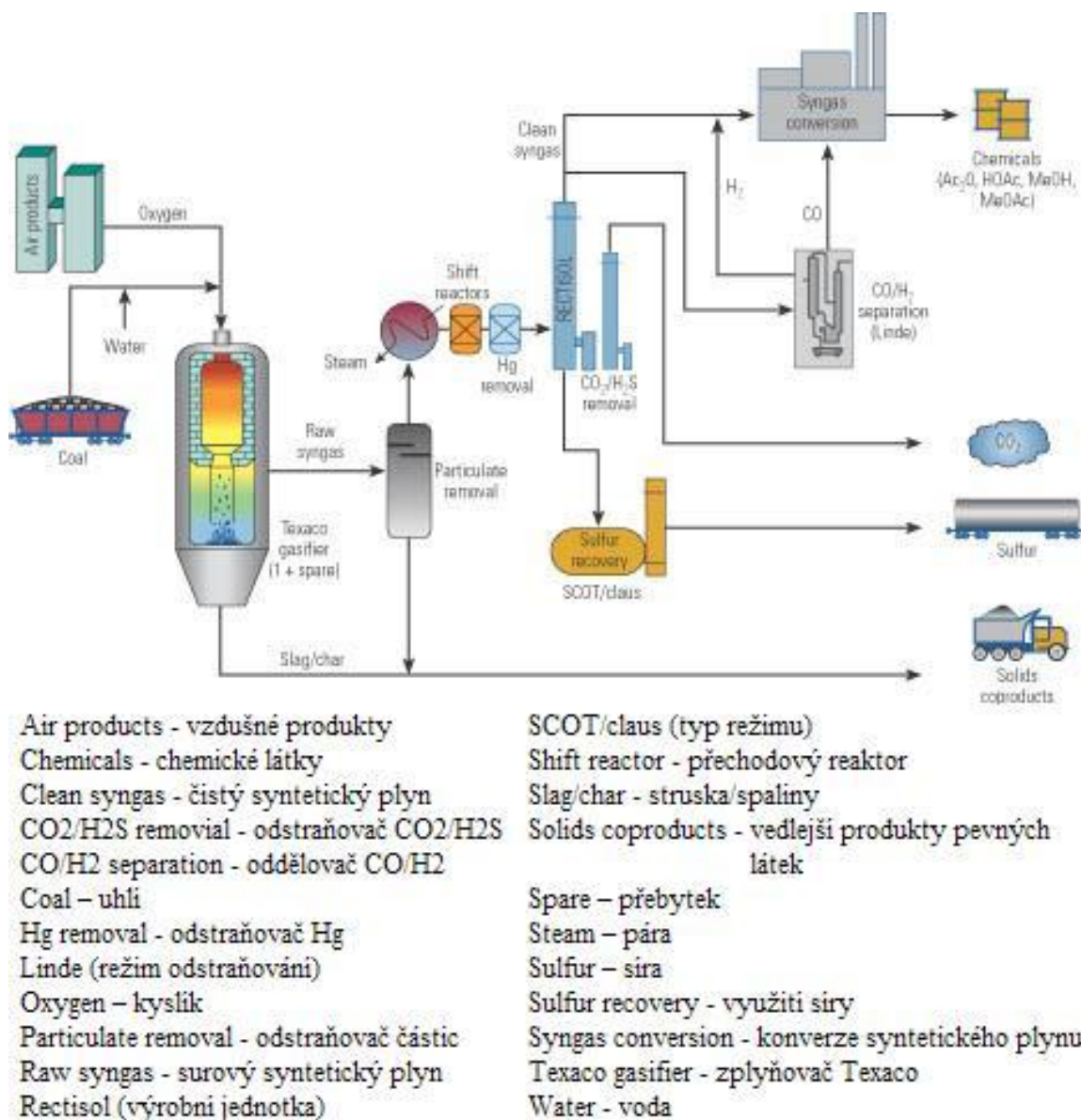
Texaco gasifier - zplyňovač Texaco

Water - voda

Obr. 23. Zkapalňování uhlí [19]

6.2.3. Zplyňování uhlí

Jedná se o proces, u kterého je výsledkem vznik tzv. svítiplynu. Což je směs oxidu uhelnatého a uhličitého, vodíku a vodní páry. Dříve se tohoto produktu užívalo v městech jako veřejného osvětlení, po nástupu hromadného užívání zemního plynu se ve většině vyspělých zemí od tohoto způsobu ustoupilo. Avšak hlavní využití se skýtá ve výrobě pohonných hmot (benzín a nafta). K tomuto účelu je třeba následných chemických úprav, k čemuž nám pomáhá Fischer-Tropschův proces, zmíněný již dříve.



Obr. 24. Zplyňování uhlí [18]

Zplyňování uhlí se realizuje v tlakových nádobách, tzv. reaktorech (ne jaderných) v němž se rozemleté uhlí za vysoké teploty a tlaku zplyňuje chemickým procesem blízkým hoření. Existuje několik typů reaktorů, které se liší výší teplot a tlaků, způsobem zplyňování i výslednou teplotou a složením vzniklého energoplynu. [13]

Během klasického spalování unikaly pevné částice do okolního prostředí. Při tomto procesu se veškeré částice mění ve strusku, popel nebo materiály vhodné pro následné užití (např. stavební hmoty), což je efektivní i z hlediska životního prostředí. Plyn je odveden z generátoru a následně je očištěn od síry a jiných nečistot. Závěrečné spalování se proto děje s minimálními vlivy na životní prostředí

V Česku se nejvíce uplatňuje zplyňování uhlí procesem Lurgi. Nejedná se o nejvýhodnější technologický proces, ale vzhledem k historii je u nás tento způsob výroby nejvíce zakořeněn.

První paroplynová elektrárna se zplyňováním uhlí v České republice byla postavena ve Vřesové. První blok o výkonu 185 MW byl uveden do provozu v roce 1996, druhý o stejném výkonu o rok později. Energoplyn se zde vyrábí ve 26 menších tlakových reaktorech, ve kterých se do roku 1996 zplyňovalo hnědé uhlí pro výrobu svítiplynu.

6.2.4. Materiály budoucnosti

Uhlík je unikátním prvkem. Váže na sebe skvěle ostatní prvky a je tak schopen vytvářet obrovské množství sloučenin. Je tedy pro současný svět nepostradatelný. Dojdou – li tedy zásoby ropy, bude jí něco muset nahradit. Uhlí je prvním kandidátem na získávání uhlíku. Odborníci chtějí využívat až produkty spalování uhlí, čímž by jej ještě více zužitkovali. Jedinečné vlastnosti uhlíku umožňují tvorbu uhlíkových vláken, které slouží k výrobě mimořádně lehkých a tvrdých materiálů využívaných v letectví, automobilovém a zbrojním průmyslu. Podobně je na tom vztah uhlíku a uhlíkových nanovláken. Uhlík je také velmi blízko diamantu, liší se pouze stavbou krystalové mřížky. V budoucnu tedy dojde k náhradě současných materiálů, těmi vyrobenými z uhlíku.

7. Další způsoby výroby elektrické a tepelné energie

7.1. Kogenerace

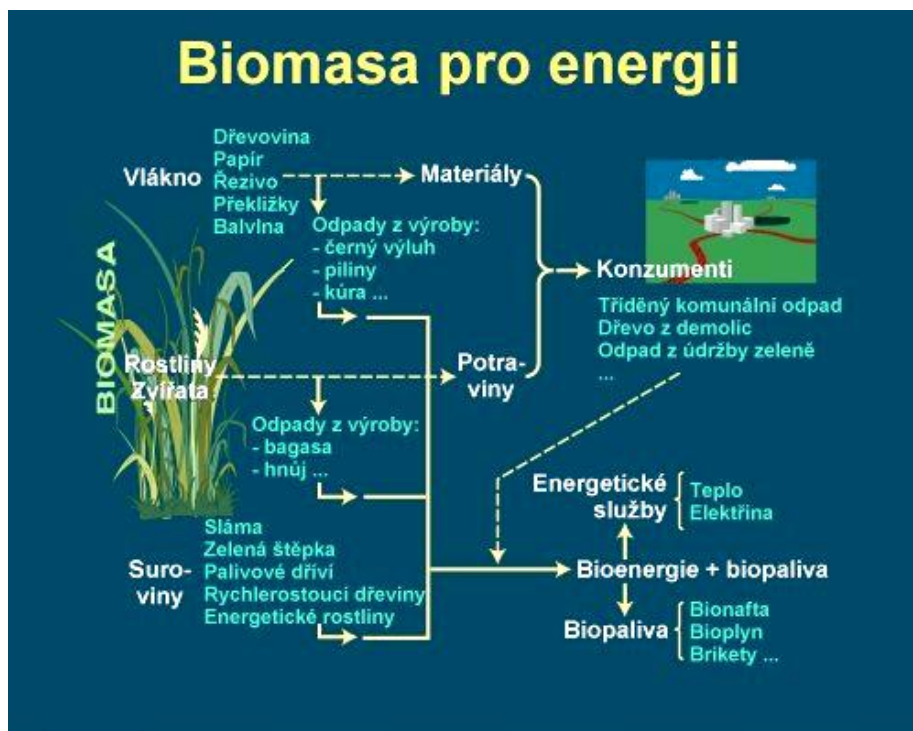
Jedná se o společnou výrobu tepla a elektřiny. V ČR takto pracuje již značné množství z výše uvedených elektráren. Při spalování uhlí a následné výrobě elektrické energie je využito pouze třetina z celkové energie obsažené v palivu. Zbytek tzv. odpadní teplo je odváděno mimo vlastní zařízení, tak aby nedošlo k jeho poškození vlivem vysokých teplot. Během kogeneračního procesu je toto teplo využíváno k ohřevu vody a vytápění. Takto je využita energie na tvorbu elektrické energie i k dalšímu použití ve formě ztrátového tepla. Lze dosáhnout tepelné účinnosti až 80 %. Kogenerace může vést k snižování emisí skleníkových plynů, díky lepšímu využití fosilních paliv.

7.2. Spalovny odpadu

Odpady představují v dnešním světě obrovský problém. Původní řešení jejich uskladňování ve volné přírodě se ukazuje jako nepřiliš šťastné. Mnohdy dochází k úniku nebezpečných látek do země a následně do místních podzemních vod, což může vést až ke konečnému kontaminování celé oblasti. Tato oblast se pak může stát i pro člověka životu nebezpečná a také neobyvatelná. Proto je snaha najít jiné, lepší řešení. Většina odpadních materiálů vznikla původně z organických látek, tudíž v sobě uchovává určité množství energie. Takto uskladněná energie se dá využít. Typickým příkladem je spalování odpadu. Z minulosti mají lidé zažitě, že se spalovnami musí nutně souviset i problémy. Nejčastěji se v této souvislosti skloňuje zhoršení kvality ovzduší. Ale je tomu právě naopak. Dojde ke snížení emisí, jelikož se sníží množství spalovaného uhlí, které nahradí odpad. Tím se také prodlouží životnost uhlí. V současnosti fungují na našem území tři spalovny odpadu. V Praze, Brně a Liberci. V plánu je výstavba jednoho zařízení taktéž na území Karvinska. Ne všechny typy odpadu je možno přeměnit na energii. Nejúčinnější je spalování plastů, pryže či polymerů. Důležitou součástí procesu spalování jsou i samotní občané. Pokud již v prvotní fázi roztřídí odpad, značně tím usnadní práci a tím pádem i ušetří samotnou energii. Problém se zvyšujícím se množstvím odpadu je nutno řešit co nejrychleji a tento způsob se jeví jako vhodný.

7.3. Biopaliva

Představují způsob využití biologického odpadu a biomasy. Paliva vznikají cílenou výrobou z těchto dvou zdrojů. V současnosti pokrývají 15 % celosvětové spotřeby energie. Chemická energie je z biopaliv uvolňována hlavně jejich spalováním. Jsou vyvíjeny jiné účinnější metody pro jejich využití k výrobě elektřiny pomocí palivových článků. Pro a naopak proti využívání a rozšíření tohoto zdroje energie je mnoho názorů a faktů. Mezi hlavní problémy vzniklé s výrobou energie touto cestou jsou vysoké ceny potravin a fakt že v konečném důsledku zatěžují skleníkovými plyny ještě více planetu než uhlí a jiné tuhé složky.



Obr. 25. Biomasa [14]

7.4. Energie z obnovitelných zdrojů

V posledních letech se značně rozmohla stavba solárních panelů, produkujících elektrickou energii. Energie ze Slunce je označována jako obnovitelná, jelikož zásoby vodíku, tvořící základ reakcí v tomto ohnivém kolosu jsou odhadovány na několik miliard let. Tato energie má mnoho forem. V minulosti vznikly jejím vlivem fosilní paliva (uhlí, ropa a zemní plyn). Využití sluneční energie je dvojího druhu, přímé a nepřímé.

Přímé je využití slunečních paprsků dopadajících na zemský povrch. Paprsky jsou zachytávány solárními (fotovoltaickými) články. Jedná se o polovodičové prvky, měnící energii sluneční na elektrickou.

Nepřímého využití je mnoho. Nejčastěji se využívá vlivu Slunce na vodní toky a větrné proudění. Vodní energie je po biomase druhým nejvyužívanějším zdrojem obnovitelné energie. Využívá se potenciální, kinetická a tepelná energie. V ČR dominuje mezi obnovitelnými zdroji především tento a jeho využití u nás, formou vodních elektráren, je téměř maximální. Větrnou energii lidstvo využívá u elektráren k roztocení vrtule větrné turbíny na niž je napojen generátor produkující elektrickou energii. V minulosti se používalo obdobných zařízení (mlýnu) k tvorbě mechanické práce (mletí obilí). Důležitým využitím energie ze Slunce je také geotermální energie, která je uložena v hlubinách Země. Vznikla při tvorbě naší planety jaderným rozpadem a působením slapových sil. Negativní projevy této energie jsou posuny litosférických desek, které následně vyvolávají zemětřesení. Využívat se však dá v geotermálních elektrárnách k výrobě elektrické energie nebo ve formě tepla při ohřevu.

Tyto zdroje jsou neustále prozkoumávány, ale v dohledné době zřejmě nebude jejich účinnost a zastoupení na podílu výroby elektrické energie ve světě nikterak velká.

8. Závěr

Uhlí je důležitou složkou našeho hospodářství již dlouhou desítku let. Závisí na něm mnoho veledůležitých podniků v ČR, které značně ovlivňují fungování našeho státu. V energetice tvoří hlavní zdroj elektrické energie. V blízké budoucnosti bude třeba řešit problém nedostatku uhlí na našem území. Možností je mnoho, avšak ne všechny splňují kritéria. Důležitým faktorem pro výběr východiska bude jistě ekonomické hledisko.

Mnoho prostředků je již nyní vynakládáno na vědecké výzkumy, jež hledají způsoby pro efektivnější využití fosilního paliva, bez kterého si naše hospodářství ani nedokážeme představit. Svět řeší podobný problém, ovšem zásoby uhlí v mimoevropských zemích nejsou tak nedostatkového charakteru jako v Evropě, kde je problém nedostatku uhlí zcela citelnou ztrátou pro celoevropskou ekonomiku.

Vzhledem k životnosti ropy a zemního plynu, která je ještě menší než u uhlí, je nasnadě hledat východiska z této situace. Pro evropské státy by bylo nejjednodušší zvolit cestu dovozu uhlí, avšak to by s sebou neslo značně zvýšené finanční náklady, což není žádané.

Do deseti let se očekává dožití stávajících tepelných elektráren. Mnohé z nich projdou rozsáhlou rekonstrukcí a úpravami, které povedou k prodloužení jejich životnosti i o desítky let. Avšak zbylé elektrárenské komplexy budou nuceny postupně omezovat provoz až do stavu, kdy budou zcela uzavřeny. Pomocí ve zpomalení tohoto děje mohou alternativní zdroje výroby elektrické energie, ať už se jedná o jadernou energetiku, či o obnovitelné zdroje. Samostatně by jaderná energie nevystačila na chod celé České republiky. Obnovitelné zdroje a další způsoby výroby elektrické energie či tepla mají pouze malý podíl na celkové výrobě elektřiny. Nedá se tudíž předpokládat, že by v blízké budoucnosti plně nahradili uhelné elektrárny.

Problém, který je třeba také dostatečně brzy řešit, je vysoká produkce emisí tepelných elektráren spalujících uhlí. S tím souvisí i uzavírání elektráren z důvodu nedostatečné ochrany životního prostředí.

Úhelná energetika je a bude páteří ekonomiky, je na ní postaveno mnoho odvětví hospodářství a dá se očekávat, že se to v budoucnu příliš nezmění. Uhlí tedy bude stále veledůležitým zdrojem příjmů, a tudíž bude ovlivňovat celosvětovou ekonomiku a taktéž politickou situaci v mnoha zemích.

9. Seznam použitých zdrojů

Knižní publikace

- [1] ROUBNÍČEK, Václav; Buchtele, Jaroslav. *Uhlí : zdroje•procesy•užití*. 1. vyd. Ostrava – Mariánské hory: MONTANEX, a.s., 2002. 176 s. ISBN 80-7225-063-9
- [2] *Mezinárodní energetická ročenka 2009 : energetika • uhelné hornictví • kapalná paliva • plynárenství • elektroenergetika • statistika*. 1. vyd. Agentura ČSTZ, s.r.o. a CONTE spol. s r.o., 2009. 541 s. ISBN 978-80-86028-12-5
- [3] IBLER, Zdeněk; kol. *Technický průvodce energetika*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství BEN – technická literatura, 2002. 616 s. ISBN 80-7300-026-1
- [4] PAVELEK, Milan; kol. *Termomechanika*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2003. 286 s. ISBN 80-214-2409-5

Internet

- [5] OKD. *Nové šance uhlí při výrobě elektřiny*. [online]. 2011, [citováno 2011-03-29]. Dostupné z WWW: <http://www.okd.cz/cz/tezime-uhli/budoucnost/nove-sance-uhli-pri-vyrobe-elektriny/>
- [6] OKD. *Uhlí v České republice*. [online]. 2011, [citováno 2011-03-29]. Dostupné z WWW: <http://www.okd.cz/cz/tezime-uhli/soucasnost-u-nas-i-ve-svete/uhli-v-ceske-republice/>
- [7] OKD. *Uhlí ve světě*. [online]. 2011, [citováno 2011-03-29]. Dostupné z WWW: <http://www.okd.cz/cz/tezime-uhli/soucasnost-u-nas-i-ve-svete/uhli-ve-svete/>
- [8] OKD. *Začátky výroby syntetického benzínu*. [online]. 2011, [citováno 2011-03-29]. Dostupné z WWW: <http://www.okd.cz/cz/tezime-uhli/budoucnost/zacatky-vyroby-syntetickeho-benzinu/>
- [9] Skupina ČEZ. *Elektrárna Dětmarovice*. [online]. 2011, [citováno 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/detmarovice.html>
- [10] Skupina ČEZ. *Mapa elektráren*. [online]. 2011, [citováno 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/mapa-elektraren.html>
- [11] Skupina ČEZ. *Proces výroby v uhelných elektrárnách*. [online]. 2011, [citováno 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/flash-model-jak-funguje-uhelna-elektrarna.html>
- [12] Skupina ČEZ. *Úhelné elektrárny v ČR*. [online]. 2011, [citováno 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr.html>

- [13] Skupina ČEZ. *Zplyňování uhlí*. [online]. 2011, [citováno 2011-05-20]. Dostupné z WWW: http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/zplyn_uhli.html
- [14] Wikipedie Otevřená encyklopedie. *Biomasa*. [online] 2011, [citováno 2011-4-20]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Biomasa>
- [15] Wikipedie Otevřená encyklopedie. *Černé uhlí*. [online] 2011, [citováno 2011-5-20]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cern%C3%A9_uhl%C3%AD
- [16] Wikipedie Otevřená encyklopedie. *Elektrárna Hodonín*. [online] 2011, [citováno 2011-4-20]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektr%C3%A1rna_Hodon%C3%ADn
- [17] Wikipedie Otevřená encyklopedie. *Tepelná elektrárna*. [online] 2011, [citováno 2011-5-20]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Tepeln%C3%A1_elektr%C3%A1rna
- [18] Clean-energy.us. *Coal Gasification: Ready for Prime Time*. [online] 2004, [citováno 2011-5-20]. Dostupné z WWW: http://www.clean-energy.us/projects/eastman_power_magazine.htm
- [19] The Energy Block. *About Coal Liquefaction*. [online] 2005, [citováno 2011-5-20]. Dostupné z WWW: http://thefraserdomain.typepad.com/energy/2005/07/about_coal_liqu.html

10. Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1. Uhlí	11
Obr. 2. Vývoj těžby uhlí v ČR v mil.t.	14
Obr. 3. Ložiska uhlí ve světě	15
Obr. 4. Zásoby uhlí	16
Obr. 5. Vývoj těžby	17
Obr. 6. Vývoj spotřeby	25
Obr. 7. Primární energetické zdroje	26
Obr. 8. Emise CO ₂	26
Obr. 9. Struktura výroby elektřiny v roce 2008	27
Obr. 10. Mapa uhelných a jaderných elektráren ČR	28
Obr. 11. Rankin – Clausiův cyklus	29
Obr. 12. Tepelná elektrárna	30
Obr. 13. Hodonín	31
Obr. 14. Chvaletice	31
Obr. 15. Ledvice	31
Obr. 16. Mělník	31
Obr. 17. Počeradý	32
Obr. 18. Poříčí	32
Obr. 19. Průněřov	32
Obr. 20. Tisová	32
Obr. 21. Tušimice	33
Obr. 22. Dětmarovice	33
Obr. 23. Zkapalňování uhlí	38
Obr. 24. Zplyňování uhlí	39
Obr. 21. Biomasa	42
Tab. 1. Cena uhlí	19
Tab. 2. Historie těžby na území ČR	22
Tab. 3. Typy uhlí	23
Tab. 4. Tavitelnost popela č. u.	24